

*В.В. Чупрова*

# ПОЧВЫ СИБИРИ

*Лабораторный практикум*



Красноярск 2018

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

***В.В. Чупрова***

## **ПОЧВЫ СИБИРИ**

*Лабораторный практикум*

*Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки для магистров 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение» и для аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», профиль «Почвоведение»*

Красноярск 2018

ББК 40.3

Ч 92

*Рецензенты:*

*Ю.Н. Краснощеков*, д-р биол. наук, проф.,  
вед. науч. сотр. Института леса им. В.Н. Сукачева –  
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

*И.Н. Безкоровайная*, д-р биол. наук, проф. каф. экологии  
и природопользования Сибирского федерального университета

Ч 92 ***Чупрова, В.В.***

**Почвы Сибири:** лабораторный практикум / *В.В. Чупрова*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 126 с.

В учебном пособии приводятся задания к лабораторным работам по дисциплине «Почвы Сибири». Варианты заданий сопровождаются конспектом теории, методическими рекомендациями и пояснениями для их выполнения. Рассматриваются условия формирования и свойства почв и почвенного покрова Сибири в пределах Красноярского края.

Предназначено для магистров направления 35.04.03 (4.35.04.03) «Агрохимия и агропочвоведение» и аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», профиль «Почвоведение».

ББК 40.3

© Чупрова В.В., 2018

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Модуль 1. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....	6
Модульная единица 1.1. Земельные ресурсы Средней Сибири.....	6
<i>Лабораторная работа № 1. Структура земельного фонда.....</i>	6
Контрольные вопросы.....	12
Модульная единица 1.2. Эколого-географические условия почвообразования в Средней Сибири.....	13
<i>Лабораторная работа № 2. Почвенно-географическое районирование.....</i>	13
Контрольные вопросы.....	22
Модуль 2. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....	24
Модульная единица 2.1. Почвы полярного почвенно-географического пояса.....	24
<i>Лабораторная работа № 3. Условия и особенности почвообразования.....</i>	24
Контрольные вопросы.....	28
<i>Лабораторная работа № 4. Систематический список, классификация и диагностика почв.....</i>	29
Контрольные вопросы.....	47
Модульная единица 2.2. Почвы бореального почвенно-географического пояса.....	48
<i>Лабораторная работа № 5. Условия и особенности почвообразования.....</i>	48
Контрольные вопросы.....	50
<i>Лабораторная работа № 6. Систематический список, классификация и диагностика почв.....</i>	51
Контрольные вопросы.....	72
Модульная единица 2.3. Почвы суббореального почвенно-климатического пояса.....	73

<i>Лабораторная работа № 7. Условия и особенности почвообразования.....</i>	73
Контрольные вопросы.....	77
<i>Лабораторная работа № 8. Систематический список, классификация и диагностика почв.....</i>	78
Контрольные вопросы.....	109
<i>Лабораторная работа № 9. Агроэкологическая оценка плодородия почв.....</i>	110
Контрольные вопросы.....	118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	119
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ.....	120
ЛИТЕРАТУРА.....	122

## ВВЕДЕНИЕ

Подготовка лабораторного практикума по дисциплине «Почвы Сибири» для магистров по направлению 35.04.03 (4.35.04.03) «Агрохимия и агропочвоведение» и аспирантов по направлению 06.06.01 «Биологические науки», профиль «Почвоведение», обусловлена, как минимум, двумя причинами: 1) необходимостью глубокого профессионального знания условий и особенностей почвообразования на обширной территории Красноярского края для широкого обсуждения проблем рационального природопользования; 2) возможностью привлечения этих знаний для решения практических задач.

В лабораторном практикуме рассматривается теоретический и практический материал по почвенно-географическому районированию, экологическим условиям генезиса почв и особенностям их функционирования на территории Сибири в пределах Красноярского края. Эта территория выделена как Средняя Сибирь. Большая протяженность Красноярского края с севера на юг и с запада на восток определяет многообразие экологических условий и процессов почвообразования. В результате здесь встречаются самые разнообразные почвы: от арктических до черноземов. Изучение особенностей почвенного покрова этой территории позволяет выделить диагностические признаки почв и оценить их плодородие, разработать способы воспроизводства плодородия почв в условиях естественного и антропогенного воздействия.

На фоне обострившихся в настоящий период проблем и вызовов (глобальные изменения природной среды, дефицит продовольствия и энергии, деградация почв, утрата биоразнообразия и устойчивости экосистем) важны новые знания, отражающие специфичность почв региона и направленные на оптимизацию их использования.

Предлагаемая работа требует углубленного освоения материала, в результате которого магистры и аспиранты переходят к решению познавательных, ситуационных и смешанных задач. Подбор теоретического материала и практических заданий ориентирует на формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Почвы Сибири».

# Модуль 1. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

## Модульная единица 1.1. Земельные ресурсы Средней Сибири

### *Лабораторная работа № 1. Структура земельного фонда*

#### *Конспект теории*

Площадь Красноярского края составляет 236 670,9 тыс. га, или около 14 % территории Российской Федерации. Регион простирается по меридиану вдоль реки Енисея от Арктического мыса до границы республики Тыва [Природные ресурсы..., 2001]. Протяженность региона с севера на юг – более 3 200 км, с запада на восток – 600–800 км. Территория Красноярского края включает Среднесибирское плоскогорье, полуостров Таймыр, архипелаг Северная Земля, приенисейскую полосу Западно-Сибирской низменности и центральную часть Алтайско-Саянских гор (рис. 1).

Распределение категорий земель Красноярского края соответствует их распределению по Российской Федерации (табл. 1). Доминируют земли лесного фонда: 66 % – в Красноярском крае, 65 % – в России. Земли сельскохозяйственного назначения в регионе составляют 17 %, а в России – 23 % общей площади. В составе земель сельскохозяйственного назначения преобладают сельскохозяйственные угодья (4 921,1 тыс. га на 01.01.2016 г.). Они распространяются южнее 60° с. ш., преимущественно по межгорным котловинам вдоль рек Енисея, Чулыма, Кана и их притоков. В состав сельскохозяйственных угодий входят земли пашни, сенокосов, пастбищ, залежи и многолетних насаждений.

Ресурсы земель Красноярского края в составе Сибирского федерального округа представлены в таблице 2. Как видим, сельскохозяйственные угодья в Красноярском крае, отличающемся от других регионов округа самой большой общей площадью, составляют всего 2 %. В то время, как, например, в Омской области доля сельскохозяйственных угодий достигает почти 68 % к ее общей площади, в Алтайском крае – 65, Новосибирской области – 47, Хакасии – 32, Забайкалье – 17 %.



Рисунок 1 – Физическая карта Красноярского края

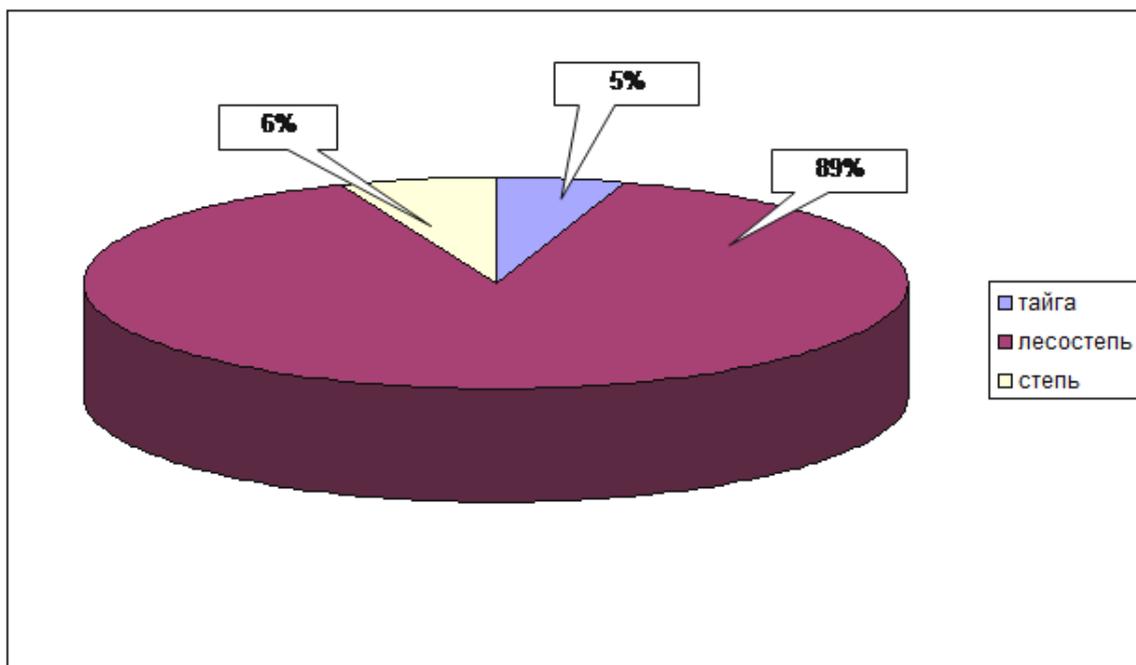
Таблица 1 – Структура земельного фонда Российской Федерации и Красноярского края (на 01.01.2016)

Категория земель	Российская Федерация		Красноярский край	
	млн га	%	млн га	%
Земли лесного фонда	1 103,1	64,5	155,6	65,7
Земли сельскохозяйственного назначения	400,8	23,4	39,9	16,9
Земли запаса	107,9	6,3	30,5	12,9
Земли особо охраняемых территорий и объектов	34,2	2,0	9,5	4,0
Земли водного фонда	27,8	1,6	0,6	0,3
Земли поселений	18,9	1,2	0,3	0,1
Земли промышленности и иного специального назначения	17,1	1,0	0,2	0,1
<i>Итого земель</i>	1 709,8		236,7	

Таблица 2 – Распределение сельскохозяйственных угодий в Сибирском федеральном округе [Халицкий, Коханьска, 2015]

Регион	Площадь, км <sup>2</sup>				
	Общая	Сельхоз. угодья	% от общей	Пахотные земли	Луга и пастбища
Омская область	141 140	81 180	67,5	40 587	33 600
Новосибирская область	177 756	76 559	47,3	36 139	39 466
Томская область	314 391	13 711	4,4	6 760	6 844
Алтайский край	167 996	110 083	65,0	65 806	40 276
Республика Алтай	92 903	11 308	12,0	1 341	9 936
Кемеровская область	95 725	23 991	25,0	14 834	9 115
Республика Хакасия	61 900	19 864	32,0	596	12 803
Республика Тыва	168 600	11 350	7,0	57	11 200
Красноярский край	2 366 797	49 246	2,0	29 582	12 126
Иркутская область	774 846	26 900	3,5	18 800	8 000
Республика Бурятия	351 000	26 120	7,4	9 630	16 100
Забайкальский край	431 892	76 506	17,0	4 947	62 136
<i>Итого</i>		526 799		229 079	

Площадь пахотных земель в Красноярском крае – около 3 млн га. Использование пахотных земель под посевы полевых культур за последние 30 лет снизилось на 41 % (в России – на 9 %). Наибольшая площадь пашни находится в лесостепной зоне (рис. 2), но используемость ее в различных природных округах этой зоны неравномерная (табл. 3). Например, в Назаровском природном округе она составляет 95 %, Чулымо-Енисейском – 85, Южно-Минусинском – 64, Канском – 55, Красноярском – 51, Ачинско-Боготольском – всего 36 %.



*Рисунок 2 – Распределение пахотных земель по природным зонам*

Характеристика земельного фонда Красноярского края имеет большое значение для организации рационального земле- и природопользования. Это регион с богатейшими природными ресурсами (почвенными, лесными и минеральными). Важнейшими из них в районах Крайнего Севера являются оленьи пастбища, в таежной зоне – леса, в лесостепной и степной – земли сельскохозяйственного использования. Добыча и переработка полезных ископаемых приводят к деградации земель, которая приобретает в крае критические размеры.

В настоящий период 22 % земель сельскохозяйственной территории края уничтожено либо изменено хозяйственной деятельностью человека [Титлянова, Чупрова, 2003]: 7,2 % – полностью уничтоженные природные экосистемы; 2,6 – интенсивно используемые леса; 4,4 – сенокосы и пастбища; 7,4 % – пашня.

Основными типами деградации являются:

- разрушение дефляцией;
- смыв и разрушение водной эрозией;
- химическая деградация (обеднение гумусом и элементами питания, загрязнение);
- физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, захламление отходами).

К факторам, ограничивающим использование земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве России и Сибири, некоторые ученые [Халицкий, Коханьска, 2015] относят факторы, указанные в таблице 4.

Таблица 3 – Распределение пашни, сенокосов и пастбищ по природным зонам Красноярского края, га (на 01.01.2015 г.)

Природная зона	Пашня			Сенокосы	Пастбища	
	Используемая		Неиспользуемая			
	Посевы	Пар				
Арктическая: Таймырский округ	–	–	52	52	3 487	8 116
Эвенкийский округ	–	–	–	–	1 983	1 395
Средняя тайга	1 064	–	22 975	24 039	26 849	9 976
Южная тайга	70 929	20 226	222 333	313 488	150 216	116 692
Лесостепь	1 269 218	392 033	786 498	2 447 749	459 557	926 452
В т. ч. Красноярский округ	139 636	32 114	154 733	326 483	71 691	101 584
Ачинско-Боготольский	45 298	18 990	87 100	151 388	42 275	40 680
Назаровский	157 861	41 783	–	197 711	30 215	45 218
Чулымско-Енисейский	361 976	118 221	73 179	553 376	107 199	221 580
Канский	364 429	134 041	344 249	842 719	122 533	239 828
Южно-Минусинский	200 018	46 884	127 237	374 139	85 644	277 562
Степь	91 520	20 082	64 838	176 440	17 779	79 855
<i>Итого по Красноярскому краю</i>	1 432 731	432 541	1 096 696	2 961 768	659 871	1 142 486

Таблица 4 – Основные факторы, ограничивающие мировое использование почвенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве [Халицкий, Коханьска, 2015]

Страна	Внесение удобрений, кг/га	Водные ресурсы на душу населения, м <sup>3</sup>	Доля орошаемых территорий, %	Атмосферные осадки, мм
Канада	74,0	81 071	1,6	537
Китай	647,6	2 072	52,3	645
Германия	189,8	1 327	4,0	700
Индия	163,7	1 155	36,8	1 083
Россия	15,7	30 056	3,5	460
США	131,0	8914	13,0	715

Одним из основных и главных признаков, влияющих на эффективность использования земельных и почвенных ресурсов в России и Сибири, является обеспечение полевых культур элементами питания. Указанное в таблице 4 среднее значение удобрения на уровне 15,7 кг/га чрезвычайно низкое. И даже если считать, что уровень применения удобрений в Красноярском крае сейчас увеличился до 35 кг/га [Сорокина, 2015], нужно признать, что достигнутый уровень не является основанием для минимально прибыльной сельскохозяйственной продукции. Предложенный в программе развития сельского хозяйства на период 2013–2020 гг. целевой рост удобрения до такого уровня, как в Канаде, остается недостаточным на фоне стран с высокой эффективностью производства.

Второй фактор, определяющий текущее сельскохозяйственное использование земельных ресурсов в Сибири, – объем атмосферных осадков. Недостающий объем воды может дополняться орошением, для которого требуются большие финансовые затраты. Поэтому площадь орошаемых земель в России и Сибири незначительная, хотя оросительный потенциал здесь имеется.

Следует признать, что Сибирский регион отличается и другими признаками и факторами, ограничивающими сельскохозяйственное использование земель. Они определяются специфическими особенностями почв и почвенного покрова. Об этом будет сказано ниже.

*Материалы и оборудование:* научные публикации и учебные пособия (см. список литературы), персональный компьютер (ПК), программы STRAZ, STATISTICA, EXEL, STATGRAPHICS Plus for Window.

### *Задание*

1. Изучите научную литературу по структуре, характеристике и динамике изменений земельных ресурсов Красноярского края.
2. По данным таблицы 3:
  - а) сделайте диаграмму распределения сельскохозяйственных земель (пашня, сенокосы, пастбища) по природным зонам Красноярского края;
  - б) опишите особенности распределения сельскохозяйственных земель в различных природных зонах Красноярского края и назовите причины этого.
3. Дайте ответы на контрольные вопросы.

### *Контрольные вопросы*

1. Местоположение и границы Красноярского края.
2. Общая площадь Красноярского края.
3. Площадь земель сельскохозяйственного назначения в Красноярском крае.
4. Площадь пахотных земель в Красноярском крае.
5. Причины сокращения площади пахотных земель в Красноярском крае.
6. Площадь пашни в тайге Красноярского края.
7. Площадь пашни в лесостепи Красноярского края.
8. Площадь пашни в степной зоне Красноярского края.
9. Сельскохозяйственные растения, выращиваемые в Красноярском крае.
10. Урожайность зерновых культур в Красноярском крае.
11. Типы деградации почв в Красноярском крае.
12. Причины деградации почв в регионе.
13. Основные факторы, ограничивающие использование земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве.

## Модульная единица 1.2. Эколого-географические условия почвообразования в Средней Сибири

### *Лабораторная работа № 2. Почвенно-географическое районирование*

#### *Конспект теории*

Почвенно-географическое районирование Красноярского края разработано Ю.И. Ершовым (1998). Территория региона относится к трем *почвенно-климатическим поясам*:

- полярному;
- бореальному;
- суббореальному;

и пяти *почвенно-биоклиматическим областям*:

- Евразийская полярная;
- Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная;
- Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная;
- Центральная лесостепная и степная;
- Алтайско-Саянская горно-таежная (табл. 5).

Выделение почвенно-биоклиматических поясов обусловлено сменой радиационных и термических условий с севера на юг. Почвенно-биоклиматические области характеризуются определенным режимом атмосферного увлажнения, континентальностью климата и типами растительного покрова.

По характеру почвенного покрова выделяются:

*почвенно-географические зоны*

- арктическая;
- субарктическая;
- лесостепная;
- степная;

*почвенно-географические подзоны*

- субарктическая тундра;
- субарктическая лесотундра;

- северная тайга;
- средняя тайга;
- южная тайга.

Почвенная зона определяется как ареал одного или двух зональных почвенных типов и сопутствующих им интразональных почв. Почвенная подзона – часть почвенной зоны, на которой распространяются определенные зональные подтипы почв.

Сложное геоморфологическое строение, меридиональная и высотная дифференциация климатических условий Красноярского края существенно изменяют широтную зональность почвенного покрова. Здесь наблюдаются сочетания и комплексность почв, что создает специфические структуры почвенного покрова на отдельных массивах или участках. Они выделяются в почвенные провинции, которые различаются по оролитологическим признакам, структурам почвенного покрова, температурному режиму почв и сезонному ходу увлажнения. Поэтому на равнинах региона выделяются 13 *горизонтальных почвенных провинций*, в горных территориях – 19 *вертикальных почвенных провинций*.

В таблице 5 приводятся наименования всех провинций, распространенных в почвенно-географических зонах и подзонах Красноярского края. Детальное описание этих провинций приводится в публикациях [Ершов, 1995, 1999; Чупрова, 2014]. Здесь же приводится краткая характеристика провинций лесостепной и степной почвенно-географических зон суббореального пояса, как интенсивно используемых территорий в агропромышленном производстве.

Ачинско-Назаровская провинция охватывает Ачинско-Боготольскую (на севере территории) и Назаровскую (на юге) котловины. Рельеф Ачинско-Боготольской котловины – равнинный, иногда слабо волнистый с абсолютными высотами до 300 м или небольшими мульдообразными понижениями. Здесь распространены юрские рыхлые песчаники и аргиллиты с пластами угля. Назаровская котловина ограничена Солгонским кряжем на юге, отрогами Кузнецкого Алатау

на юго-западе и западе и отрогами Восточного Саяна на востоке. Это высоко поднятая (350–380 м над уровнем моря) слаборасчлененная слабоволнистая равнина. Здесь развиты мощные четвертичные отложения (преимущественно лессовидные суглинки и бурые глины). Климат провинции полувлажный (КУ около 1,0), континентальный со среднегодовой температурой около 0 °С и осадками 440–470 мм в год. Сумма активных температур – 1 600–1 700 °С. Растительность имеет островное распределение и отличается большим разнообразием. На территории провинции наблюдается кольцевая макроструктура почвенного покрова (сочетания, комплексы, пятнистости черноземов, серых лесных, лугово-черноземных, луговых, лугово-болотных и пойменных почв).

Канско-Красноярская провинция занимает Красноярскую котловину на западе и Канско-Рыбинскую – на востоке. Рельеф Красноярской котловины равнинный или западинно-бугристый с абсолютными высотами в центральной и северной частях 400 м, в южной предгорной к Восточному Саяну – до 700 м. Здесь распространены девонские красноцветные песчаники и меловые отложения, те и другие перекрыты чехлом четвертичных суглинисто-глинистых и мелкоземисто-щебнистых пород. Территория Канско-Рыбинской котловины представляет собой высоко поднятую глубоко расчлененную холмисто-увалистую равнину с абсолютными высотами в пределах 270–470 м. Почвообразующие породы – желто-бурые, коричнево-бурые и красно-коричневые облессованные тяжелые суглинки и глины. Климат провинции резко континентальный, умеренно холодный, с недостаточным увлажнением (КУ – около 1,0). Средняя годовая температура на территории Красноярской котловины положительная (0,3–0,8 °С), в Канской – отрицательная (-0,6...-2 °С). Сумма температур выше 10 °С изменяется от 1 700–1 950 °С в Красноярской лесостепи до 1600–1820 °С в Канской. Годовая сумма осадков колеблется от 325 до 400 мм. Растительный покров характеризуется сочетанием степных и лугово-лесных участков. На территории отмечается широкое распространение древовидных (в связи с эрозионными формами рельефа) и

кольцевых (из-за смены биоклиматических условий от одного геоморфологического уровня к другому) структур почвенного покрова.

Минусинская провинция находится в пределах Хакасско-Минусинской впадины и охватывает правобережные приенисейские части Чулымо-Енисейской, Сыдо-Ербинской, Минусинской котловин и северную левобережную часть Чулымо-Енисейской котловины, которые разделены низкогорными массивами (Солгонский и Батеневский кряж и хр. Кортуз и др.) с абсолютными высотами 600–700 м. Территория сложена палеозойскими песчаниками, сланцами, покрытыми чехлом лессовых суглинков. Климат резко континентальный, семигумидный-семиаридный с сухой, малоснежной, холодной зимой и жарким летом. КУ колеблется от 0,5 до 1,0. Среднегодовая температура – около 0 °С, осадков выпадает 320–460 мм в год. Сумма активных температур составляет 1 500–2 000 °С. В распределении растительности и почв проявляется высотно-кольцевая зональность. Концентрическую макроструктуру почвенного покрова формируют черноземы, серые лесные почвы, сочетающиеся с полугидроморфными и гидроморфными почвами. Мезоструктура почвенного покрова характеризуется сочетаниями, которые особенно четко проявляются на катенах. Это обусловлено экспозиционной дифференциацией почвенных структур на холмисто-увалистых формах мезорельефа. Как указывает Ю.И. Ершов (1999), катены южных склонов провинции образуют обыкновенные и южные черноземы, а катены северных склонов – выщелоченные черноземы. В предгорной части провинции компонентность и сложность катен возрастает.

При разработке мероприятий по рациональному использованию и охране земель, при внедрении современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур следует учитывать специфику почвенно-экологических условий территории провинций.

Таблица 5 – Почвенно-географическое районирование Красноярского края [Ершов, 2000]

Пояс	Область	Зона	Подзона	Провинция*
1	2	3	4	5
I. Полярный	А. Евразийская полярная область арктических и тундровых почв	AI. Зона арктических почв Арктики (тундра)		1 – Северо-Земельская мезокомбинаций комплексов арктических гидроморфных неглеевых почв, почв пятен и мерзлотных трещин; 2 – Северо-Таймырская мезокомбинаций комплексов арктических, арктотундровых и тундровых слабооглеенных гумусных почв и почв пятен и мерзлотных трещин; 3 – Быррангская горная вертикально-дифференцированных мезокомбинаций подбуров тундровых, перегнойно-карбонатных тундровых, горных примитивных в комплексе с арктическими, почв пятен и каменных многоугольников
		AII. Зона тундровых глеевых почв Субарктики (лесотундра)	а1. Подзона арктических и тундровых почв и их комплексов	4 – Гыдано-Енисейская мезокомбинаций комплексов арктотундровых перегнойно-глеевых, тундровых глеевых торфянистых и торфяных почв; 5 – Северо-Сибирская мезокомбинаций комплексов арктотундровых перегнойно-глеевых и слабооглеенных гумусных и тундровых слабооглеенных гумусных почв
			а2. Подзона подбуров криоземов, тундровых глеевых почв	6 – Большехетская мезокомбинаций комплексов тундровых глеевых торфянисто-перегнойных, арктотундровых перегнойно-глеевых, таежных глеевых торфянисто-перегнойных, подзолов иллювиально-, мало- и многогумусовых и торфяных болотных переходных и деградирующих почв;

1	2	3	4	5
				<p>7 – Приенисейская мезокомбинаций комплексов таежных глеевых торфянисто-перегнойных и торфяных болотных почв;</p> <p>8 – Таймырско-Хатангская мезокомбинаций комплексов таежных глеевых торфянисто-перегнойных, тундровых глеевых торфянисто-перегнойных, арктотундровых перегнойно-глеевых и слабооглеенных гумусных и торфяных болотных переходных почв;</p> <p>9 – Анабарская горная вертикально-дифференцированных мезокомбинаций палевых почв и криоземов гомогенных;</p> <p>10 – Мойеро-Котуйская мезокомбинаций комплексов перегнойно-карбонатных, перегнойно-карбонатных тундровых, палевых типичных почв и криоземов гомогенных и тиксотропных;</p> <p>11 – Вилуйская горная вертикально-дифференцированных мезокомбинаций палевых грубогумусовых почв и криоземов гомогенных;</p> <p>12 – Восточно-Путоранская горная вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций подбуров тундровых и охристых и криоземов гомогенных;</p> <p>13 – Западно-Путоранская горная вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций палево-подбуров и подбуров, палево-криоземов и криоземов гомогенных</p>

1	2	3	4	5
II. Бореальный	Б. Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная область подзолистых почв		б1. Подзона глеево-подзолистых и подзолистых почв северной тайги	14 – Туруханская мезокомбинаций комплексов таежных глеевых, подзолов иллювиально-гумусовых и торфянисто-подзолисто-глеевых и торфяных болотных почв
			б2. Подзона подзолистых почв средней тайги	15 – Сым-Енисейская мезокомбинаций комплексов торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевых, подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых и торфяных болотных верховых и переходных почв
			б3. Подзона дерново-подзолистых южной тайги	16 – Кеть-Енисейская мезокомбинаций комплексов дерново-подзолистых глубокоглеевых и глееватых, дерново-подзолисто-глеевых, дерново-подзолистых и серых лесных почв
	В. Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная экстрараконтинентальная область мерзлотно-таежных почв		в1. Подзона подбуров, криоземов и грануземов северной тайги	17 – Северо-Тунгусская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций подбуров охристых и тундровых, грануземов и криоземов гомогенных; 18 – Сыверминская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций палево-подбуров, подбуров охристых, палевых грануземов, палевых грубогумусовых, криоземов и палево-криоземов гомогенных; 19 – Илимпея-Нидымская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций палевых грубогумусовых почв, криоземов и палево-криоземов гомогенных

1	2	3	4	5
			<p>в2. Подзона криоземов и подзолов средней тайги</p>	<p>20 – Тунгусско-Бахтинская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций подбуров охристых, буро-таежных глеевых торфянисто-перегнойных почв</p>
			<p>21 – Северо-Енисейская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций буро-таежных, буро-таежных иллювиально-гумусовых, дерново-карбонатных почв и подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых;                  22 – Северо-Заангарская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций дерново-карбонатных и буро-таежных почв;                  23 – Центрально-Тунгусская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций буро-таежных иллювиально-гумусовых, буро-таежных и таежных торфянисто-перегнойных почв</p>	
			<p>в3. Подзона дерново-подзолистых почв южной тайги</p>	<p>24 – Южно-Енисейская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций буро-таежных, дерново-подзолистых почв и подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых;                  25 – Южно-Заангарская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций дерново-карбонатных, дерново-подзолистых, буро-таежных почв и подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых                  26 – Чадобецкая вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций буро-таежных, дерново-таежных насыщенных почв и подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых</p>

1	2	3	4	5
				27 – Приангарская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций дерново-подзолистых, дерново-таежных насыщенных почв и подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых почв
III. Суббореальный	Г. Центральная лесостепная и степная область серых лесных, черноземных почв	Г1. Зона серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов лесостепи		28 – Ачинско-Назаровская мезокомбинаций комплексов серых лесных, темно-серых почв, мало- и среднегумусированных маломощных и укороченных глубокопромерзающих выщелоченных и оподзоленных черноземов; 29 – Канско-Красноярская мезокомбинаций комплексов серых лесных, темно-серых лесных почв, мало- и среднегумусированных маломощных и укороченных глубокопромерзающих обыкновенных и выщелоченных черноземов
		Г2. Зона обыкновенных и южных черноземов степи		30 – Минусинская мезокомбинаций комплексов маломощных среднегумусных обыкновенных, южных и выщелоченных черноземов
	Д. Алтайско-Саянская горно-таежная область дерново-таежных почв			31 – Восточно-Саянская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций дерново-подзолистых, дерново-таежных кислых, серых лесных, дерново-карбонатных почв и подбуров таежных; 32 – Западно-Саянская вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций буротаежных, дерново-таежных кислых почв, подбуров таежных и тундровых и подзолов иллювиально-гумусовых и иллювиально-железистых

*Материалы и оборудование:* научные публикации и учебные пособия (см. список литературы), персональный компьютер (ПК).

### *Задание*

1. Изучите научную литературу по почвенно-географическому районированию Красноярского края.
2. Сделайте копию (бумажный вариант) физической карты Красноярского края.
3. Выделите на карте границы почвенно-климатических поясов, почвенно-биоклиматических областей, почвенно-географических зон, подзон и провинций (1–2 в пределах каждой зоны).
4. Опишите основные характеристики почвенно-экологических условий земледельческой территории Красноярского края.
5. Дайте ответы на контрольные вопросы.

### *Контрольные вопросы*

1. Таксономические единицы, используемые в почвенно-географическом районировании Сибири (в пределах Красноярского края).
2. Признаки (показатели, характеристики), по которым выделяются почвенно-климатические пояса.
3. Признаки (показатели, характеристики), по которым выделяются почвенно-биоклиматические области.
4. Признаки (показатели, характеристики), по которым выделяются почвенно-географические зоны и подзоны.
5. Признаки (показатели, характеристики), по которым выделяются почвенные провинции.
6. Местоположение (границы) полярного почвенно-климатического пояса.
7. Почвенно-географические зоны полярного пояса.
8. Границы арктической и субарктической зон.
9. Местоположение (границы) бореального почвенно-климатического пояса.

10. Почвенно-биоклиматические области в бореальном поясе и границы их разделения.

11. Почвенно-географические подзоны бореального пояса и границы их разделения.

12. Местоположение (границы) суббореального почвенно-климатического пояса.

13. Почвенно-биоклиматические области в суббореальном поясе и границы их разделения.

14. Почвенно-географические зоны суббореального пояса и границы их разделения.

15. Причины многообразия почвенных провинций на территории Красноярского края.

## Модуль 2. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

### Модульная единица 2.1. Почвы полярного почвенно-географического пояса

#### *Лабораторная работа № 3. Условия и особенности почвообразования*

##### *Конспект теории*

*Экологические условия почвообразования.* Полярный пояс включает арктическую и субарктическую зоны.

Арктическая зона занимает архипелаг Северная Земля, горы Бырранга и Северо-Таймырскую арктическую пустынную холмистую равнину. Климат отличается дефицитом тепла, устойчивым снежным покровом в течение 9 месяцев. Среднегодовое количество осадков составляет около 200 мм. Растительность бедная и изреженная: мхи, лишайники, синезеленые водоросли. Рельеф – холмисто-низкогорный, мелкосопочный, среднегорный, равнинный. Везде ледниковые ландшафты и сплошная многолетняя мерзлота. Почвообразующими породами являются четвертичные морские, ледниково-морские, аллювиальные, ледниковые галечники, гравийные и песчано-глинистые отложения.

Субарктическая зона занимает северо-восточную окраину Западно-Сибирской равнины, южную часть Южно-Сибирской низменности и северо-западную оконечность Среднесибирского плоскогорья (плато Путорана, Хараелах, Норильское). Климат – холодный, суровый. Всюду многолетняя мерзлота. Мощность многолетнемерзлых пород на плато достигает 150–400 м, на равнине она уменьшается до 10–100 м [Ершов, 2004]. Глубина сезонноталого слоя колеблется от 20 см до 2 м и более. Глубина этого слоя уменьшается от водоразделов к горным долинам и впадине, что связано с понижением температуры от вершины к подножию. На мощность сезонноталого слоя влияют также экспозиции и крутизна склонов. На склонах южной экспозиции она больше, чем на склонах северной экспозиции. Наименьшее протаивание отмечается в суглинисто-глинистых переувлажненных почвах, наибольшее – на песчано-супесчаных и песчаных почвах.

Среднегодовая температура воздуха меняется от -12 °С до -14 °С. Безморозный период составляет 40–80 дней. За год выпадает 220–500 мм осадков.

В северной части территории преобладает кустарничково-мохово-лишайниковая тундра. Лесотундровая территория зоны характеризуется чередованием тундровых и лесных ландшафтов. Лесная растительность состоит из редкостойных лесов и редколесий (ель сибирская, лиственница сибирская, пихта сибирская, кедр сибирский). Растительность Приенисейской равнины и Норильской долины сильно изменена хозяйственной деятельностью человека: на месте редкостойных лиственничников здесь господствуют безлесные пространства. Рельеф горно-равнинный, холмисто-грядовый, грядово-холмисто-равнинный, расчлененный с многочисленными понижениями. Почвообразующие породы представлены продуктами выветривания трапповых пород (габбро, базальты) разного гранулометрического состава (супесчаного, суглинистого, глинистого однородного и щебнистого) и генезиса (элювиально-делювиального, делювиального, аллювиального, флювиогляциального, гляциального).

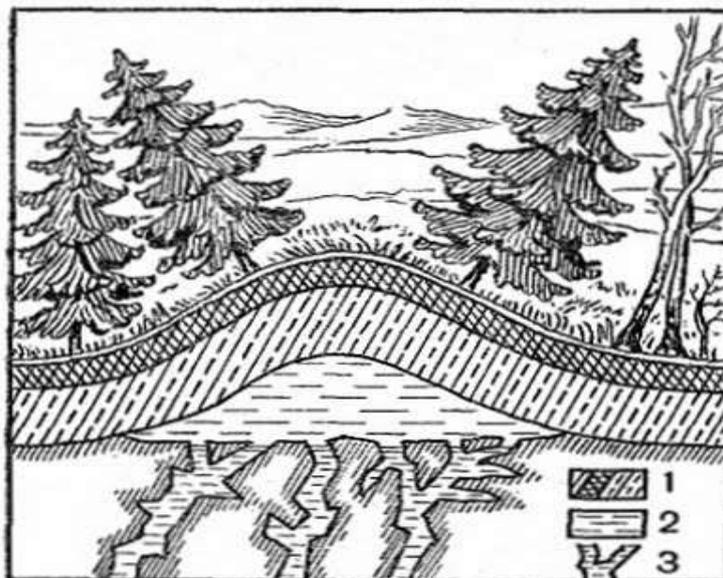
На территории полярного пояса проявляются криогенные явления: морозное растрескивание и выветривание, солифлюкция и термокарст. В результате криогенных процессов образуются своеобразные и почти повсеместно распространенные здесь формы мезо- и микрорельефа. Это курумы, каменные поля и полосы, криосолифлюкционные террасы, языки, гряды, термокарстовые просадки и бугры.

Рассмотрим характер проявления основных мерзлотных процессов [Ершов, 2004].

Термокарст – процесс неравномерного проседания или провала почвы и подстилающих ее пород в результате вытаявания подземного льда. В рельефе появляются котловины, воронки, провалы.

Пучение – поднятие поверхности увлажненных почв в результате их расширения при промерзании, набухании и выдавливании (рис. 3). С этим процессом связано образование мелко- и крупнобугристого криогенного рельефа и появление так называемого «пьяного» леса.

Морозобойное растрескивание – растрескивание поверхности почвенного покрова, приводящее к образованию пучинно-бугорково-западинно-трещинного микро- и мезорельефа.



*Рисунок 3 – Схема морозного пучения*

Солифлюкция – медленное вязкопластичное движение протаивающих переувлажненных почв на склонах. Этот процесс приводит к сильному смещению и перемешиванию почвенных горизонтов (рис. 4, 5).



*Рисунок 4 – Проявление солифлюкции на склоне*



*Рисунок 5 – Проявление солифлюкции в профиле почвы*

Все криогенные процессы оказывают влияние на почвенный профиль, состав и свойства почв: механические деформации почвенной массы, гумусовые и минеральные языки-затеки, языки-просыпки, сланцевая, плитчатая структура. Криогенный рельеф обуславливает образование сложных структур почвенного покрова в полярном поясе (комплексы, сочетания, микрокомбинации).

Криогенные процессы определяют ряд специфических признаков в распространенных здесь почвах.

*Главными чертами почвообразования, по Ю.И. Ершову (1999, 2015), являются:*

- комплексность почвенного покрова;
- преобладание абиотических факторов образования почв (экзогенные мерзлотные рельефообразующие процессы, ветровая и снежная коррозия, эоловая аккумуляция солей с океана и карбонатов с обнажений пород);
- наличие в почвенных комплексах пятен, лишенных растительности;

- низкая интенсивность почвенных процессов;
- высокое содержание каменистого материала.

*Материалы и оборудование:* научные публикации и учебные пособия (см. список литературы), персональный компьютер (ПК).

### *Задание*

1. Изучите научные работы исследователей по характеристике экологических условий и особенностей почвообразования в полярном почвенно-климатическом поясе.

2. Сделайте сравнительную оценку экологических условий почвообразования арктической и субарктической почвенно-географических зон полярного пояса. Оформите сравниваемые показатели в табличной или графической форме.

3. Опишите криогенные рельефо- и почвообразующие процессы в этих зонах. Приведите иллюстрации или схемы проявления этих процессов.

4. Дайте ответы на контрольные вопросы.

### *Контрольные вопросы*

1. Географическое распространение полярного пояса в пределах Красноярского края.

2. Характеристика климата полярного пояса.

3. Особенности климатических условий арктической и субарктической зон.

4. Растительность в арктической зоне.

5. Растительность субарктической зоны.

6. Рельеф в полярном поясе.

7. Почвообразующие породы в полярном поясе.

8. Криогенные процессы в полярном поясе.

9. Характеристика основных криогенных процессов.

10. Характеристика криогенных форм рельефа в полярном поясе.

11. Главные черты (характеристики) почвообразования в полярном поясе.

## *Лабораторная работа № 4. Систематический список, классификация и диагностика почв*

### *Конспект теории*

Полярный пояс занимает территорию Крайнего Севера, на которой выделяется одна Евразийская полярная область арктических и тундровых почв. По особенностям почвенного покрова полярный пояс подразделяется на 2 зоны: зону арктических почв Арктики и зону тундровых глеевых почв Субарктики (см. табл. 5). Формирование почв здесь обусловлено специфичностью условий почвообразования. Эти почвы относятся к мерзлотной формации и отличаются небольшой мощностью почвенного профиля, равной или меньше мощности сезонно-талого слоя. Почвы мерзлотной формации характеризуются мерзлотным типом температурного режима и мерзлотным типом водного режима. В формировании этих почв участвуют следующие элементарные почвообразовательные (профилеобразующие) процессы: *оглеение, торфонакопление, оподзоливание (элювиирование, иллювиирование), альфегумусовая миграция, засоление, окарбоначивание, криотурбации.*

Систематический список почв полярного пояса Средней Сибири (на примере Красноярского края) приводим по материалам Ю.И. Ершова (1999). Данный перечень почв не исчерпывает всего их многообразия на этой территории.

#### *Систематический список почв полярного пояса*

##### 1. Мезоморфные почвы:

- арктические;
- горные примитивные;
- подбуры (темные, охристые, торфянистые, таежные);
- палево-подбуры;
- грануземы.

##### 2. Полугидроморфные и гидроморфные почвы:

- арктические слабооглеенные (глееземы и глееземы перегнойные тундровые);
- тундровые слабооглеенные гумусные;
- тундровые глеевые торфянисто-перегнойные;
- криоземы (гомогенные торфянистые, гомогенные грубогумусовые, тиксотропные);
- торфяные болотные верховые.

### 3. Пойменные почвы:

- пойменные кислые;
- пойменные заболоченные.

*Диагностику почв* рассмотрим на основе факторов почвообразования, элементарных (профилеобразующих) процессов, состава и свойств, индексации генетических горизонтов и классификации.

**Арктические** почвы имеют очень небольшой профиль (1–2 см): А1С – С. Они образуют отдельные «карманы», пятна под куртинами растительности арктических пустынь на архипелаге Северная Земля, полуострове Челюскин. Почвы характеризуются небольшим содержанием гумуса, нейтральной или слабощелочной реакцией.

*Диагностические признаки:* малоразвитая почва с грубым гумусом.

**Горные примитивные** формируются в горах на каменистых породах под моховым и кустарничково-моховым покровом. Профиль О1 – D. Горизонт О1 имеет мощность 10–30 см, много отмерших мхов, кислый рН, низкую насыщенность основаниями. Горизонт D – смесь щебня.

*Диагностические признаки:* скелетная малопродуктивная почва.

**Подбуры** (тундровые, темные, охристые, таежные) формируются в условиях холодного гумидного климата, хорошего дренажа на каменисто-мелкоземистых почвообразующих породах в горной тундре, лесотундре и северной тайге гор Бырранга, плато Путорана и Тунгусского. Профиль О – АО – Bh (Bh, f) – С или О – АО – Vf (Bh, f) – С. Почвы имеют выраженные диагностические горизонты: органо-генный, грубогумусовый, иллювиально-гумусовый, иллювиально-алюможелезистый, иллювиально-алюможелезисто-гумусовый. Мощность органо-генного горизонта в подбурах тундровых ниже, чем в подбурах таежных. Подбуры охристые формируются только на элювии базальтов, габбро и долеритов.

Термин «подбуры» ввел в научную литературу В.О. Таргульян (1971). Эти почвы занимают хорошо дренированные водораздельные территории.

Гранулометрический состав подбуров средне- и тяжелосуглинистый [Краснощеков и др., 2001] (табл. 6). В составе мелкозема преобладают фракции песка и крупной пыли. Содержание ила и физической глины имеет аккумулятивный характер распределения по профилю.

Почвы характеризуются аккумулятивным (резко убывающим) распределением органического вещества. Содержание гумуса в горизонтах Bh, f и Vf обусловлено альфегумусовым процессом (миграция гумусовых веществ совместно с Fe и Al). Это хорошо выражено морфологически в виде органоминеральных пленок (кутан) на почвенных агрегатах. Состав гумуса гуматно-фульватный или фульватный. Подбуры имеют кислый рН и высокую ненасыщенность основаниями. Обменная кислотность подбуров обусловлена в значительной степени ионами  $Al^{+3}$  [Карпенко, 2015]. Признаки оподзоленности морфологически не проявляются, что связано, по мнению Ю.И. Ершова (2004), с низким содержанием светлых минералов (кварца, полевого шпата).

Особенности гидротермического режима и химических свойств подбуров приводят к преимущественному развитию в составе почвенной микрофлоры бактерий и микроскопических грибов, а в составе мезофауны – доминированием панцирных клещей, коллембол, присутствием дождевых червей и энхитреидов [Краснощеков и др., 2001]. Основная масса крупных педобионтов (70 %) находится в альфегумусовом горизонте.

*Диагностические признаки:* кислый и сильноокислый рН, низкая насыщенность основаниями, обильное содержание соединений  $SiO_2$  и  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  в альфегумусовом горизонте Bh, f (ВНФ) (табл. 7), небольшая мощность и щебнистость профиля.

Таблица 6 – Гранулометрический состав подбуров [Краснощеков и др., 2001]. Разрез 11–23. Подбур охристый тяжелосуглинистый. Лиственничник кустарничково-зеленомошный (Нижняя Тунгуска)

Горизонт	Глубина, см	Количество частиц диаметром (мм), %						
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	< 0,01
ВНФ	14–20	5	26	24	8	17	20	45
	20–30	8	30	22	7	16	17	40
С	35–45	87	2	2	2	2	5	9

Таблица 7 – Химические и физико-химические свойства подбуров [Краснощеков и др., 2001]. Разрез 11–23. Подбур охристый тяжелосуглинистый. Лиственничник кустарничково-зеленомошный (Нижняя Тунгуска)

Горизонт	Глубина, см	рН		Валовые, %		Обменный катион			Нг	Степень насыщенности, %
		H <sub>2</sub> O	KCl	гумус	азот	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		
						мг-экв/100 г				
О	0–5	4,5	3,7	92,0*	–	31,8	20,1	12,8	45,9	53
АТ	5–14	4,4	3,4	89,3*	0,88	34,4	16,8	22,0	55,0	48
ВНФ	14–20	5,8	4,1	4,8	0,24	13,9	8,2	2,0	10,1	67
	20–30	6,6	4,6	4,6	0,15	19,6	11,0	0,5	6,0	84
С	35–45	7,2	5,0	5,0	0,04	9,9	4,0	0,1	1,9	87

Здесь и далее: (\*) – потеря при прокаливании; Нг – гидролитическая кислотность.

**Грануземы** формируются в условиях холодного, избыточно-влажного климата на западных макросклонах плато Путорана и Тунгусского. Почвообразующие породы – продукты выветривания базальтов, долеритов. Ряд исследователей [Соколов, 1974, 1986, 1998; Конюшков, 1992] относят эти почвы к метаморфическому (грануземному) типу почвообразования. Образование грануземов объясняется внутрипочвенным выветриванием, сопровождающимся иллювиальным накоплением аморфных соединений (фульватов Fe и Al) в горизонте Вm, h и хорошим оструктуриванием мелкозема.

Почвы имеют бурый оструктуренный профиль с признаками иллювиирования гумуса и метаморфизма минеральной массы: О – Vos, m, h – ВmС. По мнению Ю.И. Ершова (1999), оструктуривание связано с микроагрегированностью мелкозема при длительном криогенном уплотнении. Микроагрегированность обусловлена коагулирующим эффектом воздействия промерзания на глинистые и коллоидные частицы. В процессе криогенного уплотнения происходит склеивание микроагрегатов этими частицами. Микроагрегаты пропитываются альфегумусовыми соединениями и скрепляются тонкими бурыми пленками. Форма структурных агрегатов – ооидная, что послужило признаком для их классификационного названия.

Распределение органического вещества в органопродиле грануземов – поверхностное, гумуса в минеральной толще – убывающее. Иллювиально-метаморфический горизонт Vos, m, h характеризуется высоким содержанием гумуса (8,0 %), вероятно, за счет иллювиирования органики из верхних горизонтов (табл. 8). Ниже – в горизонтах Vm, BC и C содержание гумуса заметно падает. Состав гумуса – гуматно-фульватный в горизонте Vos, m, h и фульватный – в нижележащих горизонтах. Грануземы имеют высокую гидролитическую кислотность, кислый рН и низкую насыщенность основаниями, довольно высокую емкость поглощения.

Таблица 8 – Химические и физико-химические свойства гранузема типичного хрящевато-легкосуглинистого [Карпенко, 2015]

Горизонт	Глубина, см	рН		Гумус, %	Нr	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	ЕКО	V, %
		H <sub>2</sub> O	KCl							
Ov	0–2	4,1	3,8	55,9*	18,4	15,7	2,9	13,2	31,8	53
Oms	2–4	4,0	3,7	37,6*	19,2	11,6	3,4	11,2	26,2	58
Vos, m, h	4–12	4,8	3,9	8,0	13,6	10,2	4,1	2,8	17,1	56
Vm	12–30	5,0	4,6	5,5	10,2	12,8	3,4	1,8	18,0	64
Vm	30–56	5,3	4,8	4,1	5,7	14,8	3,3	2,4	20,5	78
BC	56–73	6,2	5,5	3,1	2,3	18,1	3,0	1,1	22,2	91
C	73–86	6,8	5,8	1,8	1,8	19,1	2,9	0,1	22,1	92

Здесь и далее: ЕКО – емкость катионного обмена; V – степень насыщенности основаниями.

*Диагностические признаки:* торфянистая подстилка, бурый неоподзоленный профиль, зернистая или ооидная структура (признак метаморфизма), максимум гумуса и несиликатных форм Fe и Al в иллювиальном горизонте, кислая реакция, ненасыщенность почвенного полошающего комплекса основаниями.

**Арктические слабооглеенные** – распространяются среди арктических почв на пятнах с избыточным увлажнением.

*Диагностические признаки:* слабая дифференциация профиля и отсутствие оглеения.

**Тундровые слабооглеенные гумусные** – распространяются в тундре и лесотундре Среднесибирского плоскогорья. В профиле выделяются слаборазложившийся органогенный горизонт, криотурбированный оглеенный, подстилаемый многолетней мерзлотой: O – A1Bg, d –  $\perp$ Cg.

*Диагностические признаки:* короткий профиль, подстилаемый мерзлотой, оглеение.

**Тундровые глеевые торфянисто-перегнойные** – имеют профиль O –  $\perp$ G. Горизонт O – органо-аккумулятивный (смесь слабо разложившихся растительных остатков), горизонт  $\perp$ G – сильно оглеенная минеральная масса. Эти почвы распространены в тундре и лесотундре левобережья Енисея.

*Диагностические признаки:* очень короткий профиль, органические остатки торфа, голубая, синяя, зеленая окраска мелкозема от FeO.

**Криоземы гомогенные торфянистые и грубогумусовые** развиваются на каменисто-мелкоземистом элювии разных пород в условиях резко континентального гумидного климата под лиственничниками и лиственнично-еловыми зеленомошными лесами. Профиль O – A1B – B –  $\perp$ BC или A1O – BO –  $\perp$ BC. Мощность профиля – 15–50 см.

Ю.Н. Краснощеков и соавторы (2001) описали криоземы гомогенные в бассейне р. Хантайка. К концу лета эти почвы оттаивают на глубину 30–42 см, имеют однородный по профилю средне- или тяжелосуглинистый гранулометрический состав (табл. 9). Преобладание крупнопылеватой фракции свидетельствует об интенсивном физическом и слабом химическом выветривании пород в этих биоклиматических условиях.

*Диагностические признаки:* торфянистый, или грубогумусовый горизонт, надмерзлотная (часто пльвунная) криогомогенезированная минеральная масса, обилие растительных остатков в минеральной массе, криогенная слоистая структура и отсутствие признаков оглеения.

**Криоземы тиксотропные торфянистые и грубогумусовые** имеют генетический профиль O – A1O –  $\perp$ Bd, tix или A1O –  $\perp$ Bd, tix. Почвы характеризуются кислым pH и насыщенностью основаниями (табл. 10). Увеличение ила и физической глины в горизонте Bd, tix объясняется криотурбационными явлениями.

Таблица 9 – Гранулометрический состав криоземов  
[Краснощеков и др., 2001]

Гори- зонт	Глу- бина, см	Количество частиц диаметром (мм), %						
		1– 0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005– 0,001	< 0,001	< 0,01
Разрез 11–05. Криозем гомогенный тяжелосуглинистый. Ельник с лиственницей голубично-зеленомошный (бассейн р. Хантайка)								
Vd	20–30	0	19	44	7	10	20	37
mBC	35–45	0	12	47	7	13	21	41
Разрез 11–00. Криозем тиксотропный тяжелосуглинистый. Лиственничник с елью чернично-зеленомошный (бассейн р. Хантайка)								
AB	9–13	0	13	44	10	14	19	43
Vtix	15–25	0	13	46	9	16	16	41
mBCtx	40–50	0	6	47	7	20	20	47
Разрез 11–18. Криозем тиксотропный легкосуглинистый. Лиственничник кустарничково-зеленомошный (Нижняя Тунгуска)								
V	14–27	7	58	15	3	7	10	20
Vtix	27–41	10	40	26	7	7	10	24
mBCtx	41–54	4	46	27	1	12	10	23

По данным И.Н. Безкоровайной [Краснощеков и др., 2001], мезоэдафон криоземов характеризуется низкой плотностью ( $399 \text{ экз/м}^2$ ) и биомассой ( $450 \text{ мг/м}^2$ ). Преобладают энхитреиды, адаптированные к суровым гидроклиматическим условиям. Трофические группы: сапрофаги составляют 70 %, фитофаги – 25, зоофаги – 5 %. В мощной лесной подстилке обеспечивается хорошее жизненное пространство для многих педобионтов. Среди микроорганизмов отмечается низкая численность актиномицетов, целлюлозоразрушающих бактерий и микроскопических грибов – главных деструкторов органического материала.

*Диагностические признаки:* торфянистый, или грубогумусовый горизонт, тиксотропная с признаками криотурбаций минеральная масса, криогенная слоеватая структура, многолетняя мерзлота на глубине 40–80 см, отсутствие оглеения.

**Пойменные почвы** имеют короткий слоистый профиль. В этих почвах чередуются гумусовые или иллювиальные горизонты и слои аллювия. Главные профилеобразующие процессы: поемность и аллювиальность. Образуются в поймах рек.

Таблица 10 – Химические и физико-химические свойства криоземов [Краснощеков и др., 2001]

Гори- зонт	Глубина, см	рН		Валовые, %		Обменные катионы			Нг	Степень насыщенности, %
		Н <sub>2</sub> O	КСl	гумус	азот	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		
						мг-экв/100 г				
Разрез 11–05. Криозем гомогенный тяжелосуглинистый										
О	0–3	5,1	4,5	89,3*	–	43,8	16,3	2,4	138,0	30
АТ	3–20	5,5	4,7	85,1*	1,160	44,7	14,1	1,1	132,0	31
Вd	20–30	5,4	5,4	6,5	0,304	22,5	9,5	0,2	3,1	91
mC	35–45	5,5	5,5	4,4	0,228	22,6	9,2	0,2	2,3	93
Разрез 11–00. Криозем тиксотропный тяжелосуглинистый										
О	0–3	4,3	3,5	95,2*	–	20,0	8,7	14,2	51,4	36
АТН	3–9	4,2	3,3	64,6*	0,750	33,1	11,1	19,3	57,5	43
АВ	9–13	4,9	4,0	7,7	0,412	18,3	7,6	5,5	15,8	62
Вtix	15–25	6,2	4,4	2,1	0,100	22,8	9,2	0,5	5,2	86
mBCtix	40–50	6,9	5,6	1,1	0,054	26,0	10,0	0,1	2,3	94
Разрез 11–18. Криозем тиксотропный легкосуглинистый										
О	0–5	4,4	3,7	91,2*	–	33,7	15,4	11,0	44,9	52
АТН	5–14	4,4	3,4	64,9*	0,840	36,3	13,2	15,7	49,2	50
В	14–27	6,7	5,6	4,1	0,181	19,9	9,2	0,2	4,0	88
Вtix	27–41	6,5	5,0	6,6	0,394	19,6	8,8	0,1	4,9	86
mBCtix	41–54	6,9	5,0	2,4	0,124	19,7	9,3	0,1	3,6	92

*Диагностические признаки:* дифференциация (слоистость) профиля по морфологическим и физико-химическим свойствам, гранулометрическому составу.

*Материалы и оборудование:* монолиты и микромонолиты почв, коллекции морфологических признаков почв, почвенные образцы, таблицы-задания.

### *Задание*

1. Выделите в профиле почвенного монолита (или микромонолита) генетические горизонты и опишите каждый горизонт по морфологическим признакам. Определите классификационное наименование этой почвы.

2. По данным таблицы-задания (варианты 1–10):

а) дайте характеристику химических и физико-химических свойств почвы;

б) выделите профилеобразующие процессы и их диагностические признаки;

в) определите тип и подтип почвы;

г) оцените плодородие почвы.

3. По данным морфологического описания почв (варианты 11–17):

а) выделите профилеобразующие процессы и их диагностические признаки;

б) определите тип (по возможности подтип) почвы;

в) оцените плодородие почвы.

Варианты заданий:

### *Вариант 1*

Горизонт	Глубина, см	pH		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гумус, %
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера-Джексону	
				мг-экв/100 г почвы					
АО (Bh)	0–3	4,8	3,6	9,1	4,0	2,2	0,99	0,98	2,6
Bg	3–7	4,6	3,4	5,4	3,3	1,0	1,96	1,61	1,3
CG1	7–25	4,8	3,5	4,6	5,1	2,7	0,48	0,69	1,3
CG2	25–38	5,3	3,9	3,9	5,3	2,9	0,71	0,92	1,6
CG3	38–42	5,6	4,4	3,1	6,1	3,1	0,86	1,08	1,9

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гу- мус, %
		H <sub>2</sub> O	КСl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера- Джексону	
				мг-экв/100 г почвы					
АО	0–1	4,8	4,8	8,7	2,2	0,7	0,21	0,26	5,1
Bhf	1–10	4,5	3,8	2,8	0,2	0,1	0,14	0,21	1,1
B	10–23	4,9	4,0	1,2	0,3	0,1	0,13	0,14	0,2
BC	23–47	6,1	4,4	1,7	0,2	0,1	0,10	0,13	0,1
Cg	47–75	5,4	4,3	0,6	0,5	0,2	0,08	0,14	0,2

*Вариант 2 [Краснощеков, 2004]*

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	84,2*	30,0	3,0	2,0	4,1	5,2	-	-
АУ	2,3	11,0	1,9	1,0	2,2	5,6	-	-
BC	1,1	11,6	2,7	0,9	1,3	5,7	-	-

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	77,3*	16,3	4,1	5,0	40,0	4,2	-	-
АТ	38,2*	4,4	3,8	2,9	9,8	4,0	-	-
ВНФ	1,0	0,6	0,4	0,1	4,4	4,7	0,6	6
BC	0,7	0,6	0,2	0,3	3,7	4,4	0,5	12
С	0,1	1,2	0,8	0,8	0,7	4,9	0,1	3

*Вариант 3 [Краснощеков, 2004]*

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	62,8*	31,3	16,0	0,4	8,0	6,6	-	-
AU	8,3	26,0	14,0	0,1	5,6	6,8	-	-
AUB	2,2	12,0	6,1	0,1	2,1	6,9	-	-
Bm	1,5	10,0	3,2	0,1	0,8	7,0	-	-
С	0,8	3,0	5,0	0,1	0,5	7,0	-	-

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН Н <sub>2</sub> О	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	-	8,9	10,9	0,2	12,6	5,2	-	-
А	8,0	1,6	3,4	2,4	10,1	4,6	-	-
Вm	0,6	1,6	0,6	3,2	3,7	5,0	-	-
С	0,4	1,6	2,4	0,2	2,6	5,1	-	-

*Вариант 4 [Краснощеков, 2004]*

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН Н <sub>2</sub> О	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	36,8*	18,1	7,5	7,9	24,5	5,8	-	-
АУ	4,0	8,6	2,8	2,3	13,2	5,8	1,1	12
ВF	1,2	4,0	1,0	1,0	2,5	5,2	0,6	22
С	0,9	4,0	0,8	0,8	2,9	5,2	-	-

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН Н <sub>2</sub> О	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	45,3*	20,1	4,1	1,4	40,0	5,1	-	-
АН	25,2*	4,0	3,2	10,0	16,7	4,8	1,1	24
ВНF	2,6	1,6	1,6	6,3	9,1	5,2	0,9	9
С	0,7	1,2	1,2	3,9	4,1	5,1	-	-

*Вариант 5 [Дворников, 2000]*

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гумус, %
		Н <sub>2</sub> О	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера-Джексонау	
				мг-экв/100 г почвы					
АО	0–1	4,8	4,0	7,9	9,1	3,1	0,66	0,77	3,5
CG1	2–4	7,4	5,6	0,9	4,8	2,8	0,90	0,93	0,6
CG2	4–15	6,0	4,6	1,5	5,5	2,5	0,52	0,95	1,0
CG3	15–20	6,7	4,9	0,4	6,2	2,8	0,40	0,96	0,6
CG4	20–40	8,0	7,6	0,0	6,7	2,6	0,31	0,90	0,5

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гумус, %
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера- Джексону	
				мг-экв/100 г почвы					
АО	0–1	4,5	4,0	7,0	2,5	0,5	0,30	0,32	4,5
Bh, f	1–8	4,2	3,8	3,0	2,2	0,1	0,22	0,25	1,1
B	8–23	4,7	4,2	1,5	1,7	0,1	0,09	0,21	0,4
BC	23–40	6,0	5,0	1,1	0,2	0,1	0,13	0,11	0,3
Cg	40–55	5,1	4,7	1,1	0,2	0,1	0,10	0,11	0,1

*Вариант 6 [Краснощеков, 2004]*

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	81,2*	31,7	15,4	10,0	45,0	4,2	-	-
АТН	62,4*	33,3	13,2	14,3	50,0	4,2	-	-
B	3,1	17,9	9,2	0,2	4,0	5,8	-	-
Btix	5,6	18,6	8,8	0,1	4,5	6,0	-	-
mBCtix	2,4	18,7	9,3	0,1	2,5	6,5	-	-

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от валового
		мг-экв /100 г почвы						
О	83,0*	-	-	-	-	4,5	-	-
АТ	50,0*	-	-	-	-	4,2	-	-
ELg	1,8	0,9	0,6	13,8	4,9	4,6	0,4	7
Bg	1,5	0,6	0,5	4,5	2,1	5,0	1,3	20
mCg	1,2	0,8	0,5	2,3	2,7	5,1	0,9	15

*Вариант 7 [Карпенко, 2015]*

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Гумус, %	Нг	Обменный катион			ЕКО	V, %
		H <sub>2</sub> O	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		
				мг-экв/100 г почвы						
Ov	0–2	4,5	3,2	74,5*	35,6	16,4	6,3	17,2	39,9	53
Oms	2–6	4,7	3,6	48,9*	24,1	11,8	4,9	15,8	32,5	57
Bh,f	6–13	5,1	4,1	7,8	13,2	6,2	4,0	5,6	15,8	54
Bh	13–22	5,3	4,6	6,3	6,3	7,3	3,6	2,2	13,1	67
BC	22–30	5,9	4,8	2,1	3,6	6,6	3,0	0,8	10,4	78

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Гумус, %	Нг	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	ЕКО	V, %
		H <sub>2</sub> O	KCl							
Ov	0–1	4,1	3,7	52,8*	22,8	14,0	3,5	13,4	30,9	57
Oms	1–3	5,0	4,4	20,6*	17,1	17,4	2,8	12,3	32,9	65
Bh	3–8	4,5	3,8	5,8	8,7	16,5	3,8	2,2	22,5	72
BC	8–15	4,9	4,0	3,2	3,7	14,2	3,2	1,9	19,3	72
C	15–20	5,2	4,6	0,5	1,5	12,8	3,4	1,8	18,0	92

*Вариант 8*

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гу- мус, %
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера- Джексону	
AO (Bh)	0–3	4,5	3,4	10,1	3,0	1,2	0,99	0,98	2,0
Bg	3–7	4,6	3,4	5,5	3,3	1,0	1,96	1,61	1,0
CG	7–25	4,6	3,5	4,6	4,1	2,7	0,48	0,69	0,3

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гумус, %
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера- Джексону	
AO	0–1	4,6	3,8	9,7	2,2	0,7	0,21	0,26	3,1
Bhf	1–10	4,5	3,8	2,8	0,2	0,1	0,14	0,21	1,1
B	10–20	4,9	4,0	1,2	0,3	0,1	0,13	0,14	0,2
Cg	20–45	6,1	4,4	1,7	0,2	0,1	0,10	0,13	0,1

*Вариант 9*

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Нг	Обменный катион		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гу- мус, %
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	по Тамму	по Мера- Джексону	
AO (Bh)	0–2	4,5	3,6	9,7	4,0	2,0	0,96	0,98	2,3
Bg	2–7	4,2	3,4	5,5	3,3	1,0	1,92	1,64	1,0
CG1	7–21	4,6	3,5	4,8	4,1	2,5	0,46	0,70	1,0
CG2	21–33	5,0	3,9	4,9	4,3	2,7	0,70	0,90	1,6

Гори- зонт	Глу- бина, см	рН		Гумус, %	Нг	Обменный катион			ЕКО	V, %
		H <sub>2</sub> O	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		
						мг-экв/100 г почвы				
Ov	0–1	3,1	2,7	42,8	24,8	14,0	3,5	15,4	32,9	53
Oms	1–4	4,0	3,4	17,6	19,1	17,4	2,8	15,3	35,5	57
Bh	4–8	4,5	3,5	4,8	9,7	16,5	3,8	3,2	23,5	86
BC	8–13	4,9	4,0	3,2	4,7	14,2	3,2	2,9	20,3	86
C	13–20	5,2	4,6	0,5	1,5	12,8	3,4	1,8	18,0	90

### Вариант 10

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от ва- лового
		мг-экв /100 г почвы						
O	61,2*	26,7	13,4	14,0	46,0	4,2	-	-
ATH	52,4*	30,3	11,2	14,3	52,0	4,2	-	-
B	2,1	15,9	9,0	0,2	4,2	5,8	-	-
Btix	4,6	16,4	8,5	0,1	4,5	6,0	-	-
mBCtix	2,4	16,5	9,0	0,1	2,5	6,5	-	-

Гори- зонт	Гумус, %	Обменный катион			Нг	рН H <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>			%	% от ва- лового
		мг-экв /100 г почвы						
O	73,0*	-	-	-	-	4,3	-	-
AT	47,0*	-	-	-	-	4,2	-	-
ELg	1,8	0,9	0,5	15,8	-	4,2	0,4	7
Bg	1,5	0,6	0,5	4,6	-	5,0	1,3	22
mCg	1,2	0,8	0,5	2,4	-	5,0	0,9	16

### Вариант 11 [Ершов, 2004]

Разрез заложен на вершине водораздела под лиственничником голубично-багульниково-мохово-лишайниковым. Почвообразующая порода – щебнисто-мелкоземистые продукты выветривания базальтов и долеритов.

Ov (0–6 см). Очес лишайников с опадом веток, хвои, листьев, шишек. Влажный.

O1ms (6–12 см). Подстилочно-сухоторфянистый, буровато-коричневый, в верхней части с сероватым оттенком. Состоит из не- и слаборазложившихся растительных остатков. Переплетен и уплотнен корнями, влажный, переход заметный по цвету и степени разложения.

O2ms (12–21 см). Сухоторфянисто-перегнойный, темно-коричневый с бурым оттенком. Состоит преимущественно из среднеразложившегося органического материала. Пронизан и уплотнен корнями, влажный, переход ясный по цвету и составу.

Bh, f (21–32 см). Неоднородно окрашен (от бурого, желтовато-бурого до коричнево-бурого), легкоглинистый, с неясно выраженной мелкозернистой структурой, мокрый. Мелкий щебень, по трещинам выветривания охристые пленки. Зерна минералов и агрегаты мелкозема покрыты бурыми и желтовато-бурыми кутанами. Корни растений, переход ясный по цвету и щебнистости.

BC (32–55 см). Светло-бурый, щебнистый. Поверхность обломков покрыта тонкими мелкоземистыми пленками. Легкосуглинистый, мокрый, тонкие корни. С глубины 55 см щебень сцементирован мерзлотой.

### *Вариант 12 [Ершов, 2004]*

Разрез заложен на террасовидной поверхности под лиственничником с елью кустарничково-лишайниково-зеленомошным. Почвообразующая порода – суглинистые продукты выветривания траппов, подстилаемые галечником.

Ov (0–3 см). Очес лишайников и мхов с опадом хвои, листьев, веток.

O1ms (3–6 см). Сухоторфянистая подстилка, состоит из не- и слаборазложившихся растительных остатков. Темно-коричневый, рыхлый, свежий, хорошо отслаивается от нижележащего горизонта.

O3ms (6–9 см). Гумусово-перегнойный. Состоит из хорошо разложенных органических остатков. Неоднородно окрашен (от черного до темно-коричневого), мажущийся, мягкий на ощупь. Пронизан корнями, свежий, переход ясный по цвету.

Вos, m, h (9–17 см). От бурого до светло-буровато-коричневого, среднесуглинистый, гранулированная (мелкозернистая, ооидная) структура. Микроагрегаты пропитаны органоминеральными (альфе-

гумусовыми) соединениями. Свежий, корни растений, слегка уплотнен. Переход ясный по цвету и составу.

Vos, mC (17–27 см). Бурый с желтоватым оттенком, среднесуглинистый, мелкозернистый. На поверхности агрегатов бурые и желто-бурые пленки. Свежий, единичные корни, слегка уплотнен. Переход ясный по цвету и составу.

D (27–87 см). Серый, легкосуглинистый с мелкой галькой, криогенная плитчатая структура, единичные корни. В нижней части холодный. Мерзлота находится за пределами почвенного профиля.

### *Вариант 13 [Ершов, 2004]*

Разрез заложен на плоской террасовидной поверхности с бугорково-западинным криогенным нанорельефом. Лиственничник багульниково-брусничный, лишайниково-брусничный и лишайниково-зеленомошный. В западинах – сфагновые мхи. Почвообразующая порода – тяжелосуглинистые малокаменистые смешанные продукты выветривания субщелочных оливиновых базальтов, долеритов, песчаников и туфов.

Ov (0–4 см). Очес лишайников и мхов с опадом веток, хвои, листьев. Сухой.

O1gd (4–11 см). Влажно-торфяная подстилка из не- и слаборазложившихся растительных остатков. Серовато-буро-коричневый, густо пронизан корнями, сухой. В нижней части с примесью минеральной массы. Переход ясный по цвету и составу.

A1O (11–22 см). Темно-серый, тяжелосуглинистый, бесструктурный, свежий. Корни, растительные остатки разной степени разложения, дресва. Обломки и мелкозем покрыты серыми пленками. Переход постепенный по цвету.

B1d, tix (22–30 см). Темно-серый, тяжелосуглинистый, бесструктурный, тиксотропный, встречаются пятна замшелости. Дресва. Тонкие корни, свежий. Мелкозем и обломки пород покрыты серыми и темно-серыми пленками. Переход постепенный по цвету.

B2, tix (30–43 см). Светлее предыдущего, тяжелосуглинистый, плитчатая криогенная структура. Тонкие единичные корни, дресва и мелкий щебень, влажноватый, плотный, тиксотропный. Мелкозем и обломки покрыты серыми и темно-серыми пленками. Переход постепенный по каменности.

BC, тix (43–63 см). По окраске аналогичен предыдущему, но больше обломочного материала. Тяжелосуглинистый, листовато-плитчатая криогенная структура, влажный, тиксотропный. В сухом состоянии слитный, глыбистый. Подстиляется льдистой минеральной толщей.

#### *Вариант 14 [Ершов, 2004]*

Разрез заложен в нижней части склона (делювиальный шлейф) северо-западной экспозиции под лиственничником кустарничково-зеленомошным. Почвообразующая порода – дериваты долеритов.

Ov (0–4 см). Очес мхов с опадом листьев, хвои. Влажный.

O1<sub>1</sub>gd (4–8 см). Влажно-торфяной. Светло-буровато-коричневый, обилие корней. Свежий, рыхлый. Переход заметный по цвету, степени разложения и уплотнению.

O1<sub>2</sub>gd (8–15 см). Влажно-торфяной, буровато-коричневый, густо переплетен и уплотнен корнями, сырой. Переход резкий по цвету и составу.

A1Bd (15–18 см). Серовато-бурый, среднесуглинистый, комковато-хлопьевидный. Криогомогенизирован. Структурные отдельности и мелкозем покрыты тонкодисперсными пленками. Встречаются зерна кварца и полевых шпатов без пленок. Много корней, сырой. Переход заметный по цвету.

Bd (18–28 см). Буровато-серый, среднесуглинистый, бесструктурный, тонкие корни, мокрый, уплотнен. В сухом состоянии слабо слитный. Переход заметный по цвету.

BC (28–44 см). Серый с желтоватым оттенком, среднесуглинистый, бесструктурный, единично дресва и тонкие корни, мокрый. Переход постепенный по цвету.

C (44–54 см). Серый, среднесуглинистый с дресвой. Тонкие корни, мокрый. Горизонт оплывает. Из стенок разреза выступает вода. Ниже льдистая минеральная толща.

#### *Вариант 15 [Карпенко, 2015]*

Разрез заложен на левобережной приподнятой надпойменной террасе р. Кыгам (пояс горного шлейфа).

Ov (0–2 см). Очес из лишайников и зеленых мхов с примесью хвои и мелких веток лиственницы, густо переплетен корнями.

Oms (2–4 см). Сухоторфянистая подстилка, темно-бурого цвета, слабой степени разложения, обильно переплетена корнями, хорошо отделяется от нижележащего горизонта.

Vos, m, h (4–12 см). Буровато-коричневый, неоднородно окрашен, с затеками более интенсивной окраски, легкосуглинистый, мелкозернистый (гранулированный), шарообразные микроагрегаты пропитаны органоминеральными соединениями, свежий, уплотнен, не вскипает, пронизан корнями, переход ясный по окраске, граница неровная.

Vos, m (12–56 см). Неоднородно окрашен, светло-бурый, супесчаный, непрочнокомковатый, на поверхности микроагрегатов видна бурая пленка окислов, влажный, плотный, холодный, включения до 10 %, не вскипает, корней мало, заметный по цвету и гранулометрическому составу.

VS (56–73 см). Буровато-палевый, супесчаный, сырой, плотный, включения гальки и дресвы – до 65 %, не вскипает, не оглеен, корней нет, переход слабо заметный по цвету.

S (73–85 см). Палевый, супесчаный, сырой, холодный, плотный, включения гальки, гравия до 70 %.

#### *Вариант 16 [Карпенко, 2015]*

Разрез заложен на средней части склона плато.

Ov (0–2 см). Очес из стеблей зеленых мхов, корней плаунов, хвои лиственницы.

Oms (2–6 см). Сухоторфянистая подстилка с небольшим количеством мелкозема, коричневого цвета, слабаразложившаяся, рыхлая, свежая, густо переплетена корнями.

Vh, f (6–13 см). Неоднородно окрашен, буровато-ярко-охристый, легкосуглинистый, мелкозернистый, влажный, средней плотности, включения дресвы и щебня до 10 %. Поверхность включений покрыта органоминеральными пленками (кутанами), корней много, не вскипает, переход ясный по цвету и гранулометрическому составу.

Vf (13–22 см). Бурый, супесчаный, мелкокомковато-зернистый, влажный, холодный, плотный, включения угловатого крупнозема до 30 %, не вскипает, корней мало, граница ровная, переход постепенный.

BC (22–30 см). Буровато-палевый, супесчаный, слабо оструктурен, плотный, сырой, включения угловатого и окатанного крупнозема до 70 %, не вскипает, корни единично, переход постепенный по цвету и гранулометрическому составу.

C (30–35 см). Палевый, щебнистый (включения грубообломочных пород до 80 %), сырой, холодный, плотный, корней нет.

### *Вариант 17 [Карпенко, 2015]*

Ov (0–1 см). Очес из лишайников и мхов с примесью листьев, коры и ветвей ерника, влажный.

Oms (1–3 см). Сухоторфянистая подстилка темно-коричневого цвета, рыхлая, слабо разложившаяся, густо пронизана корнями. Единично включения щебня. Переход заметный по цвету.

Bh (3–8 см). Темно-бурый, легкосуглинистый, мелкозернистый, сухой, на поверхности минеральных зерен органоминеральные красновато-коричневые пленки, средней плотности, включения хряща и щебня до 15 %, не вскипает, корней много, переход слабозаметный.

BC (8–15 см). Буровато-палевый, легкосуглинистый, мелкокомковатый, сухой, плотный, включения хряща, щебня, дресвы до 30 %, не вскипает, переход заметный по резкому увеличению в разрезе крупнообломочного материала.

C (15–20 см). Палевый, легкосуглинистый, структура неясная, влажный, очень плотный за счет включений обломков крупнозема разного размера и окатанности (до 70 %), корни единично. Ниже – крупные глыбы.

### *Контрольные вопросы*

1. Две почвенные зоны полярного пояса.
2. Специфичность условий почвообразования в полярном поясе.
3. Профилеобразующие процессы в почвах полярного пояса.
4. Криогенные процессы в полярном поясе.
5. Почвы в полярном поясе.
6. Диагностические признаки арктических почв.
7. Диагностические признаки горных примитивных почв.
8. Напишите формулу профиля подбуров.
9. Диагностические признаки подбуров.

10. Напишите формулу профиля грануземов и назовите диагностические признаки генетических горизонтов.
11. Диагностические признаки тундровых слабооглеенных почв.
12. Напишите формулы профилей тундровой слабооглеенной гумусной и тундровой глеевой торфянисто-перегнойной почв.
13. Напишите формулу профиля криоземов гомогенных и тиксотропных.
14. Диагностические признаки криоземов.
15. Диагностические признаки пойменных почв.

## **Модульная единица 2.2. Почвы бореального почвенно-географического пояса**

### ***Лабораторная работа № 5. Условия и особенности почвообразования***

#### *Конспект теории*

Бореальный почвенно-климатический пояс на территории Красноярского края занимает огромную площадь и простирается с севера на юг от полярного пояса на 900–1200 км и с запада на восток на 500–1150 км [Ершов, 2000]. Территория характеризуется континентальным и избыточно влажным и слабогумидным климатом, распространением многолетней мерзлоты и светлохвойным лесом.

Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная область в пределах этого пояса занимает приенисейскую окраину Западно-Сибирской равнины и правобережные террасы Енисея (Тазовско-Енисейская холмистая, Кеть-Енисейская возвышенная и Кеть-Чулымо-Енисейская равнины). Среднегодовая температура колеблется от -7,1 до -1,3 °С. Сумма активных температур (>10 °С) изменяется от 300 °С на севере до 1550 °С на юге. Годовая сумма осадков составляет 600–400 мм. Растительность – лиственничные, лиственнично-кедровые (северная тайга), елово-пихтово-кедровые (средняя тайга), сосновые, березо-осиновые, елово-пихтовые (южная тайга) леса. Северная часть области сложена моренными глинами и флювиогляциальными песчано-суглинистыми отложениями, южная – озерно-аллювиальными песками и глинами.

Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная экстраконтинентальная область занимает юго-западную часть Среднесибирского плоскогорья. Это огромная приподнятая равнина, глубоко расчлененная долинами рек (плато Сыверма, Тунгусское, Центрально-Тунгусское, Заангарское, Приангарское). Западная часть территории характеризуется холодной зимой и умеренно-теплым летом. Сумма температур выше 10 °С составляет 900–1500 °С, годовое количество осадков – 500–600 мм. На восточной территории области зима холоднее, лето немного теплее, осадков меньше (300–350 мм). Растительность – таежные леса. Почвообразующие породы – продукты выветривания основных пород (габбро, базальт) разного генезиса.

Почвообразование в бореальном почвенно-климатическом поясе определяется сочетанием довольно холодного влажного континентального климата с таежно-лесной растительностью, суглинисто-глинистыми почвообразующими породами, многолетней и сезонной мерзлотой.

*Особенности почвообразования:*

- преобладание полугидроморфных и гидроморфных почв;
- усиление подзолообразования от северной до средней тайги;
- иллювиирование по гумусу и полутораоксидам;
- усиление дернового процесса и поверхностного оглеения;
- повышение биологической активности почв (уменьшается мощность подстилок и увеличивается мощность гумусового горизонта, возрастает роль травянистой растительности в почвенных процессах);
- уменьшение комплексности почв и мерзлотных процессов в почвообразовании;
- частая встречаемость почв со вторым гумусовым горизонтом;
- ослабление альфегумусовой миграции и усиление буроземообразовательного процесса;
- появление дерново-карбонатных почв на щебнисто-карбонатных породах.

Элементарными почвообразовательными (профилеобразующими) процессами являются: *подстилкообразование, гумусонакопление, торфонакопление, оподзоливание (элювиирование, иллювиирование), надмерзлотное оглеение, буроземообразование, криотурбации.*

*Материалы и оборудование:* научные публикации и учебные пособия (см. список литературы), персональный компьютер (ПК).

## *Задание*

1. Изучите научные работы исследователей по характеристике экологических условий и особенностей почвообразования в бореальном почвенно-климатическом поясе.

2. Сделайте сравнительную оценку экологических условий почвообразования почвенно-биоклиматических областей бореального пояса. Оформите сравниваемые показатели в табличной или графической форме.

3. Сравните экологические условия почвообразования в бореальном и полярном почвенно-климатических поясах (оформите основные отличия в табличной форме).

4. Опишите профилеобразующие процессы в бореальном почвенно-климатическом поясе. Оформите диагностические признаки этих элементарных почвообразовательных процессов в табличной форме.

5. Дайте ответы на контрольные вопросы.

## *Контрольные вопросы*

1. Границы распространения бореального почвенно-климатического пояса в Красноярском крае.

2. Почвенно-биоклиматические области в бореальном поясе.

3. Сколько осадков выпадает в бореальном поясе?

4. Тип водного режима в почвах бореального пояса.

5. Сумма активных температур в бореальном поясе.

6. Растительность на территории бореального пояса.

7. Подзоны в бореальном поясе Красноярского края.

8. Наблюдается ли многолетняя мерзлота на территории бореального пояса?

9. Рельеф на территории бореального пояса.

10. Почвообразующие породы в бореальном поясе.

11. Особенности почвообразования в бореальном поясе.

12. Элементарные (профилеобразующие) почвообразовательные процессы в бореальном поясе.

13. Диагностические признаки (показатели) гумусо-накопления в почвах бореального пояса.

14. Диагностические признаки (показатели) торфонакопления в почвах бореального пояса.

15. Диагностические признаки подзолообразования в почвах бореального пояса.

16. Диагностические признаки оглеения в почвах бореального пояса.

17. Диагностические признаки (показатели) буроземообразования в почвах бореального пояса.

### ***Лабораторная работа № 6. Систематический список, классификация и диагностика почв***

#### *Конспект теории*

Бореальный пояс Средней Сибири (в пределах Красноярского края) включает две почвенно-климатических области.

➤ Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная область подзолистых почв с тремя подзонами:

- подзона подзолов, подзолистых, таежно-глеевых и торфяных болотных почв северной тайги;
- подзона подзолов, подзолистых, дерново-подзолистых и торфяных болотных почв средней тайги;
- подзона дерново-подзолистых и серых лесных почв южной тайги;

➤ Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная экстраконтинентальная область мерзлотно-таежных почв с тремя подзонами:

- подзона палевых почв, подбуров, палево-подбуров, грануземов, криоземов и криоторфянистых почв северной тайги;
- подзона буро-таежных, дерново-карбонатных почв, подзолов и криоземов средней тайги;
- подзона дерново-подзолистых, дерново-карбонатных и подзолов южной тайги.

Почвообразование на большой территории бореального пояса определяется разнообразием экологических условий. В почвенном покрове Европейско-Западно-Сибирской таежно-лесной области доминируют полугидроморфные глинистые и суглинистые почвы. Среди почвообразовательных процессов преобладают подзолистый, болотный и дерновый [Ершов, 1999]. Почвообразование в Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной экстраконтинентальной области отличается уменьшением заболоченности, но наблюдается возрастание

фактора многолетней мерзлоты. Здесь широко проявляются мерзлотные рельефообразующие процессы: криотурбации, термокараст, солифлюкция. Такие процессы определяют специфичность и большую комплексность почвенного покрова.

Систематический список почв в бореальном поясе приводится в таблице 11. Рассмотрим диагностические признаки этих почв.

И.В. Борисова и И.Н. Безкоровайна (2016) описали мерзлотные почвы, распространенные в северной тайге (Центральная Эвенкия, нижнее течение р. Кочечум). Их формирование происходит в условиях неглубокого залегания многолетней мерзлоты, которая создает непромывной тип водного режима, препятствующего глубокой миграции химических веществ, но способствующего появлению надмерзлотного оглеения.

**Подбуры глеевые иллювиально-железистые (O-BHF-BFg-Cg), оподзоленные (O-BHFe-BHF-C), оподзоленные глееватые (O-BHFe-BHF-Cg)** формируются на склонах южной экспозиции. Эти почвы характеризуются супесчаным гранулометрическим составом, нейтральным и слабощелочным pH, иллювиальным распределением гумуса и аккумуляцией подвижных форм фосфора и железа на границе с многолетнемерзлыми породами.

**Криометаморфические грубогумусированные глееватые почвы (Oao-CRMg-Cg)** встречаются на склонах северной экспозиции. Они отличаются кислой реакцией среды в верхних органогенных горизонтах и слабощелочной в минеральных горизонтах, снижением содержания гумуса вниз по профилю (от 13 до 1 %), большей насыщенностью обменными основаниями по сравнению с подбурами (31,4 и 22,6 мг-экв/100 почвы соответственно), легкоуглинистым гранулометрическим составом без признаков его дифференциации.

В северной тайге (бассейн р. Хантайка, граничащий с предтундровыми редкостойными лесами, – северная полоса подзоны; Нижнетунгусское плато в бассейне р. Нижняя Тунгуска, Верхняя и Средняя Пелядка, характеризующее среднюю полосу северной тайги) описаны генетические особенности криоземов тиксотропных (O-A(AO, AT, AH)-Vtx-VStx-mC), криоземов гомогенных (O(OT)-A(AT, ANT)-Vd(OVd)-mC(mAC)), а также подбуров охристых (O-AO(AT)-BHF-C) в автономных и трансэлювиальных ландшафтах междуречья Верхняя и Средняя Пелядка [Краснощеков и др., 2001].

Таблица 11 – Систематический список почв бореального пояса [Ершов, 2000 ]

Северная тайга	Средняя тайга	Южная тайга
1	2	3
<i>Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная область</i>		
Подзолы иллювиально-железистые Подзолы иллювиально-гумусовые Торфянисто-подзолистые Таежные глеевые Таежные глеевые торфянистые и торфяные Торфяные болотные верховые Торфяные болотные переходные Подбуры Пойменные кислые	Подзолы иллювиально-железистые Подзолы иллювиально-гумусовые Подзолистые глубокоглееватые и глеевые Подзолистые поверхностно-глееватые Торфянисто-подзолистые Дерново-подзолистые глубокоглеевые Торфяные болотные верховые Торфяные болотные переходные Пойменные кислые Пойменные заболоченные	Дерново-подзолистые Дерново-подзолистые иллювиально-железистые Дерново-подзолисто-глеевые Дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом Серые лесные со вторым гумусовым горизонтом Светло-серые лесные Темно-серые со вторым гумусовым горизонтом Торфяные болотные переходные Торфяные болотные низинные Пойменные кислые Пойменные заболоченные
<i>Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная экстраконтинентальная область</i>		
Подбуры охристые Грануземы Подзолы иллювиально-железистые	Буро-таежные иллювиально-гумусовые Дерново-карбонатные Подзолы иллювиально-железистые	Дерново-подзолистые Дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом Дерново-подзолисто-глеевые

1	2	3
Подзолы иллювиально-гумусовые Криоземы Таежные глеевые торфянисто- перегнойные Торфянисто- и торфяно-болотные пойменные кислые	Подзолы иллювиально-гумусовые Грануземы Дерново-таежные Дерново-подзолистые Торфяные болотные верховые Торфяные болотные переходные	Дерново-карбонатные Серые лесные Серые лесные со вторым гумусовым горизонтом Темно-серые лесные Лугово-болотные Торфяные болотные переходные пойменные кислые пойменные заболоченные

**Криоземы тиксотропные** в предтундре занимают верхние и средние части пологих склонов южных экспозиций и имеют криогомогенизированный профиль: грубогумусный горизонт А, тиксотропный бесструктурный, слитный и плотный при высыхании горизонт В<sub>тх</sub>, переходный горизонт ВС<sub>тх</sub> с криогенной слоеватой и икряной структурой. Дифференциация полутораоксидов по профилю отсутствует. Верхние горизонты имеют кислую и сильноокислую, а средние – слабоокислую реакцию (см. табл. 9, 10).

**Криоземы гомогенные** отличаются следующими признаками: оторфованность грубогумусного горизонта, обилие органических остатков, отсутствие оглеения, наличие криогенной слоеватой структуры без признаков тиксотропности, высокое содержание гумуса, азота и обменных катионов, отсутствие заметной дифференциации полуторных оксидов по профилю.

**Подбуры охристые** имеют следующие генетические особенности: малая мощность почвенного профиля (30–50 см), присутствие грубогумусного горизонта; ярко-охристого или красновато-коричневого альфегумусового горизонта ВН<sub>Ф</sub>; наличие криогенной (слоеватой или слоегато-плитчатой) структуры в породе; средне- и тяжелосуглинистый гранулометрический состав; слабая дифференциация по содержанию SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; высокое содержание органического вещества и обменных катионов в верхних горизонтах; кислый рН; ненасыщенность основаниями.

Таким образом, *диагностические признаки подбуров*: малая мощность профиля, обильное накопление аморфных соединений кремнезема и полуторных оксидов в горизонте ВН<sub>Ф</sub>.

*Диагностические признаки криоземов*: торфянистый или грубогумусовый горизонт, тиксотропная с признаками криотурбаций минеральная масса, криогенная слоеватая структура, отсутствие оглеения.

**Подзолы иллювиально-железистые** имеют четкий профиль О-(А1А2)-А2-В<sub>ф</sub>-С. По [Классификация и диагностика ..., 2004], эти почвы относятся к стволу постлитогенных, отделу текстурно-дифференцированных и разделяются на генетические горизонты О-Е<sub>Л</sub>-В<sub>Е<sub>Л</sub></sub>-В<sub>Ф</sub>-С. Горизонт О состоит из смеси остатков лесной растительности разной степени разложенности. При трансформации подсти-

лок образуются подвижные и агрессивные органические вещества (фульвокислоты). Попадая на поверхность минералов и почвенных частиц, кислый гумус вызывает их разрушение или подзолообразование. В результате этого процесса образуется осветленный подзолистый горизонт EL. Отсутствие горизонта А объясняется быстрыми темпами минерализации органического вещества, с одной стороны, и высокой скоростью подзолообразования – с другой [Краснощеков, 2004]. Внутрипочвенная миграция подвижных органических кислот в соединениях с  $Fe_2O_3$  приводит к накоплению гумуса и полутораоксидов в иллювиальном горизонте ВF. Этот горизонт характеризуется плотным сложением, ореховато-призматической структурой и охристо-бурой окраской.

Профиль имеет элювиально-иллювиальный тип распределения ила,  $R_2O_3$  и  $SiO_2$ . Почвы отличаются кислым рН, малым содержанием гумуса и обменных катионов, ненасыщенностью основаниями (табл. 12). В составе почвенного поглощающего комплекса –  $H^+$ ,  $Al^{+++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ .

*Диагностические признаки:* отсутствие гумусового горизонта, обильная кремнеземистая присыпка в элювиальном горизонте, признаки иллювиирования в виде железистых кутан на поверхности педов, элювиально-иллювиальный тип дифференциации ила, оксидов железа и кремния.

Таблица 12 – Физико-химическая характеристика песчаного подзола [Безкоровайная и др., 2007]

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Hr	S	ЕКО	V, %	рН	
			мг-экв/100 г почвы				H <sub>2</sub> O	KCl
О	0–5	78,7*	14,49	-	-	-	3,63	2,80
Е	5–10	0,31	1,34	3,07	4,41	69,6	4,59	3,69
Вf1	10–20	0,52	1,71	3,35	5,06	66,2	4,91	4,05
Вf2	20–30	0,45	1,89	3,83	5,72	67,0	5,33	4,46

Здесь и далее: S – сумма обменных оснований.

**Подзолы иллювиально-гумусовые (О-ЕL-BEЛ-ВH-С)** отличаются иллювиальным накоплением гумуса (рис. 6).



Рисунок 6 – Профиль подзола иллювиально-гумусово-железистого

*Диагностические признаки:* отсутствие гумусового горизонта, обильная кремнеземистая присыпка в элювиальном горизонте, признаки иллювиирования в виде органо-минеральных кутан на поверхности педов, элювиально-иллювиальный тип дифференциации ила, оксидов железа и кремния.

**Подзолистые поверхностно-глееватые (O-ELg-BEL-BT-C), глубокоглееватые и глеевые почвы (O-EL-BEL- BTg Cg)** формируются в условиях дополнительного увлажнения. Оглеение протекает в самой холодной надмерзлотной части профиля, где наблюдаются низкая микробиологическая активность и невысокие скорости химических процессов. Оглеение – это элементарный почвообразовательный процесс метаморфического преобразования минеральной почвенной массы и появления закисных форм железа в условиях дефицита кислорода.

Элювиальный горизонт серовато-белесый, иногда с сизоватым оттенком. Текстурный горизонт отличается наличием сизых и грязно-коричневых кутан на поверхности педов, присутствием крупных Mn-Fe конкреций округлой формы. В почвенном покрове сочетаются с подзолистыми и торфянисто-подзолистыми почвами.

*Диагностические признаки:* хорошо дифференцированный профиль с обильной кремнеземистой присыпкой, иллювиальной пленкой органо-минеральных кутан, сизыми, зеленоватыми и ржаво-зелеными пятнами и конкрециями.

**Торфянисто-подзолистые почвы** распространены в горно-таежных провинциях бореального пояса. Профиль – О-Т(НТ)-ЕL-ВТ-С (рис. 7).



*Рисунок 7 – Профиль торфяно-подзолистой иллювиально-гумусовой глеевой почвы*

Гранулометрический состав – суглинистый с равномерным распределением ила и физической глины по профилю. Горизонты О и Т (НТ) отличаются кислым рН, высоким содержанием органического вещества, гидролитической кислотности и обменных катионов (табл. 13). Распределение оксалатнорастворимого железа имеет элювиально-иллювиальный характер: низкое содержание в горизонте ЕL и повышенное в горизонте ВТ. Накопление подвижных Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в иллювиальном горизонте связано с осаждением мигрирующих из горизонтов О, Т и ЕL органоминеральных соединений железа [Краснощечков, 2004].

**Таблица 13 – Химические и физико-химические свойства торянисто-подзолистой почвы [Краснощечков, 2004]**

Горизонт	Гумус, %	рН Н <sub>2</sub> О	Обменный катион			Нг	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму	
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		%	% от валового
			мг-экв/100 почвы					
О	83,0*	5,0	16,3	0,1	0,1	46,2	-	-
АТ	29,6*	4,7	13,6	0,1	0,1	30,2	-	-
ЕL	2,5	4,2	1,6	0,6	2,4	4,4	0,3	5
ВТ	0,2	4,0	1,0	0,6	0,1	6,0	1,2	14
С	0,2	5,5	1,3	0,7	0,2	2,3	0,5	17

*Диагностические признаки:* слабоминерализованный торфянистый горизонт, четкая оподзоленность горизонта EL, миграция подвижного железа из органогенного и аккумулятивного горизонтов.

**Дерново-подзолистые почвы**, по [Классификация и диагностика ..., 2004], относятся к отделу текстурно-дифференцированных почв. Профиль включает горизонты АУ-ЕL-BEЛ-BТ-С (О-АО-А1-А2-А2В-В-С, по [Классификация и диагностика ..., 1977]). Горизонт АУ – серогумусовый, мелкокомковатый. Горизонт ЕL (элювиальный) – всегда самый светлый в профиле, плитчатый или бесструктурный. Мощность этого горизонта достигает 40–50 см (рис. 8). Горизонт BEЛ (субэлювиальный, или переходный) пестрый: глубокие светлые, бурые и темно-бурые пятна. Горизонт ВТ (текстурный или иллювиальный) – очень плотный, бурый с желтым или красным оттенком, призматически-ореховатый. На структурных агрегатах четко выражены признаки иллювиирования органо-минерального вещества в виде обильных кутан. Почвы имеют кислый рН по всему профилю (табл. 14). Содержание гумуса изменяется от 1,5 до 6 % в АУ и от 0,2 до 0,5 % в ВТ. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Обменные катионы –  $H^+$ ,  $Al^{+++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ . Почвы не насыщены основаниями (см. табл. 14).



*Рисунок 8 – Профиль дерново-подзолистой слабооглееной почвы*

Таблица 14 – Химические и физико-химические показатели дерново-подзолистых почв [Чупрова и др., 2007]

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>	Hr	pH KCl	< 0,001	< 0,01
			мг-экв/100 г почвы			%	
Апах (PY)	0–20	4,1	20,3	3,8	5,6	14	42
A2 (EL)	21–31	1,5	17,0	5,7	4,8	18	35
A2B (BEL)	34–42	1,4	17,6	4,6	4,8	31	49
B1 (BT1)	45–56	1,0	22,7	4,0	5,0	32	52
B2 (BT2)	65–75	0,8	25,3	3,2	5,0	28	50

*Диагностические признаки:* четкая дифференциация профиля по окраске, структуре, сложению, новообразованиям, илу, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>; обильная кремнеземистая присыпка в горизонте EL и иллювиальная пленка (кутаны) органико-минеральных соединений в горизонте BT; кислый pH и ненасыщенность основаниями.

**Дерново-подзолисто-глеевые почвы** встречаются на пониженных элементах рельефа и отличаются от дерново-подзолистых почв оглеением: AY-EL-BELg-BTg-G-CG. Горизонт AY имеет серую окраску и мощность около 10 см. Элювиальный горизонт серо-белесый с сизым оттенком. В субэлювиальном горизонте – ржавые и сизые пятна, мелкие и крупные Mn-Fe конкреции. На поверхности педов текстурного горизонта присутствуют коричневые и сизые кутаны и черные Mn-Fe конкреции. Текстурный горизонт постепенно сменяется ржаво-сизым глеевым горизонтом G. Это также кислые почвы с фульватным гумусом и ненасыщенностью основаниями.

*Диагностические признаки:* четкая дифференциация профиля, кремнеземистая присыпка и оглеение.

**Дерново-подзолистые почвы со вторым гумусовым горизонтом диагностируются** по наличию гумусированных пятен в средней части профиля: AY-EL-ELh-BELh-BT-C.

**Серые лесные почвы** (O-A1-A1A2-B-C), или серые почвы по [Классификация и диагностика ..., 2004], относятся к отделу текстурно-дифференцированных почв (AY-AEL-BEL-BT-C). В серых почвах, в отличие от дерново-подзолистых, отсутствует собственно элювиальный горизонт. Вместо него появляется гумусово-элювиальный гори-

зонт AEL, который имеет более светлую окраску и плитчато-комковатую структуру, чем горизонт AU. Субэлювиальный горизонт BEL характеризуется белесовато-бурой окраской. Светлые частицы почвы – бесструктурные, темные – ореховатые. Текстурный горизонт BT буро-коричневый, плотный с призмовидно-ореховатой структурой. Поверхность педов покрыта глянцевыми темно-коричневыми кутанами, сформированными за счет иллювирирования органического вещества и глины. Реакция почвы в горизонтах AU, AEL кислая и слабокислая, в горизонтах BT, C – нейтральная (табл. 15). Содержание гумуса в горизонте AU составляет 3–5 %. Гумус – гуматно-фульватного типа. Емкость катионного обмена – 20–30 мг-экв/100 г почвы. Состав обменных катионов –  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{+++}$ .

Таблица 15 – Химические и физико-химические свойства серых почв [Чупрова и др., 2007]

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Обменный катион				Hr	pH KCl
			$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{H}^+$	$\text{Al}^{+++}$		
A (AU)	0–10	3,8	22,4	1,6	0,015	0,081	6,8	4,5
A (AU)	10–20	4,2	20,5	1,7	0,015	0,066	6,0	4,6
A1A2(BEL)	25–35	3,1	20,6	3,0	0,025	0,120	7,3	4,4
A2B (BEL)	41–47	2,0	21,1	3,9	0,025	0,455	6,7	4,1
B1 (BT1)	50–65	1,0	27,8	2,9	0,025	0,127	4,6	4,4
B2 (BT2)	75–85	0,7	24,9	2,0	-	-	-	6,8
BC (BTC)	100–110	0,7	25,4	5,2	-	-	-	6,7

*Диагностические признаки:* наличие серогумусового аккумулятивного горизонта, элювиально-иллювиальное распределение ила,  $\text{R}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  по профилю.

**Темно-серые почвы** в [Классификация и диагностика ..., 2004] выделены в самостоятельный тип с профилем AU-AUe-BEL-BT-C. Эти почвы отличаются от серых наличием темногумусового аккумулятивного горизонта и отсутствием горизонта AEL. Содержание гумуса в горизонте AU достигает 5–8 %, его состав фульватно-гуматный, pH слабокислый или нейтральный. Емкость катионного обмена – 30–40 мг-экв/100 г почвы.

*Диагностические признаки:* наличие темногумусового аккумулятивного горизонта, слабая кремнеземистая присыпка, плотное сложение и иллювиальная пленка на педях в горизонте BT.

В типах серых и темно-серых почв встречаются подтипы таких почв **со вторым гумусовым горизонтом**: АУ-АЕLh-BELh-ВТ-С или АУ-АУе-BELh-BEL-ВТ-С. Второй гумусовый горизонт диагностируется по темной окраске и мелкоореховатой рассыпчатой структуре.

Ю.И. Ершов (1999) выделяет **торфяные болотные верховые и торфяные болотные переходные почвы** в северной и средней тайге левобережья Енисея. Профиль О- $\perp$ G. Торфяный горизонт имеет мощность более 50 см и подстиляется мощной органогенной породой. Многолетняя мерзлота залегает в пределах метровой толщи. По современной классификации эти почвы относятся к стволу органо-генных, отделу торфяных, типу торфяных олиготрофных (ТО-ТТ) и типу торфяных эутрофных (ТЕ-ТТ).

В формировании торфяных олиготрофных (от греческого «олигос» – малый, недостаточный и «трофе» – пища) почв участвуют сфагновые мхи и кустарники. Минеральное питание олиготрофные болотные почвы получают только за счет атмосферных осадков. Степень разложения мхов в горизонте ТО не превышает 50 %. Эти почвы характеризуются очень кислым рН (3,2–4,2), низкой зольностью (2–6 %), очень низкой плотностью (0,03–0,10 г/см<sup>3</sup>), высокой влагоемкостью (700–1500 %).

Торфяные эутрофные (от греческого «эу» – хорошо) почвы формируются в понижениях рельефа под осоками, тростниками, гипновыми мхами. Эти почвы характеризуются слабокислым и нейтральным рН, зольностью от 6 до 18 %, насыщенностью основаниями. Они богаты питательными элементами за счет разлагающейся растительности и подпитывающих грунтовых вод.

*Диагностические признаки:* наличие поверхностного торфяного горизонта различного состава, сменяющегося органогенной породой.

**Дерново-карбонатные почвы** развиваются в средней и южной тайге Среднесибирского плоскогорья. Профиль О-АО-А1рса-Всар-Ссар-Дса.

*Диагностические признаки:* наличие маломощной лесной подстилки и грубогумусового горизонта, который лежит на минеральной карбонатной толще; почвообразующая порода – продукты выветривания карбонатных пород (Ссар) и плотные известняки (Дса).

*Материалы и оборудование:* монолиты и микромонолиты почв, коллекции морфологических признаков почв, почвенные образцы, таблицы-задания.

## Задание

1. Выделите в профиле почвенного монолита или микромонолита генетические горизонты и опишите каждый горизонт по морфологическим признакам. Определите классификационное наименование этой почвы.

2. По данным таблицы-задания:

а) дайте характеристику химических и физико-химических свойств почвы;

б) выделите профилеобразующие процессы и их диагностические признаки;

в) определите тип и подтип почвы;

г) оцените плодородие почвы.

Варианты заданий:

### Вариант 1 [Краснощеков, 2004]

Горизонт	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Обменный катион			Hr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму		< 0,01 мм
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		%	% от валового	
			мг-экв/100 г почвы			%			
О	94,3*	5,5	20,4	7,0	9,0	91,0	–	–	–
АТ	76,3*	5,5	18,4	7,0	30,1	115,5	–	–	–
ВНФ	4,0	5,6	3,3	1,6	10,0	24,1	1,7	22	51
ВС	0,9	5,7	1,3	0,4	3,5	17,3	1,9	18	53
С	0,7	6,7	3,8	4,1	1,6	12,2	0,3	4	50

Горизонт	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Обменный катион			Hr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму		< 0,01 мм
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		%	% от валового	
			мг-экв/100 г почвы			%			
О	–	5,5	21,3	6,4	–	–	–	–	–
АУ	4,5	6,0	22,2	0,8	–	–	–	–	21
В(Вса)	0,7	6,2	18,0	5,4	–	–	–	–	19
Сса	0,4	7,8	22,3	5,6	–	–	–	–	12

Вариант 2 [Краснощеков, 2004]

Горизонт	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Обменный катион			Нг	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму		< 0,01 мм
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		%	% от валового	
			мг-экв/100 г почвы						
О	58,6*	5,5	16,0	0,6	0,4	24,1	–	–	–
АУ	7,6	5,1	6,2	0,6	0,2	3,7	0,2	3	15
В	1,1	5,1	1,4	0,3	0,1	3,1	0,4	5	17
ВС	0,2	5,4	0,6	0,6	0,1	1,5	0,5	5	21
С	0,1	5,8	0,3	0,7	0,1	1,7	–	–	20

Горизонт	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Обменный катион			Нг	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Тамму		< 0,01 мм
			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>		%	% от валового	
			мг-экв/100 г почвы						
О	76,9*	4,6	–	–	–	–	–	–	–
АЕL	1,4	5,0	2,2	0,6	2,0	1,9	0,4	10	15
ЕL	0,7	4,6	0,9	0,8	1,5	1,4	0,4	10	14
ВТ	0,2	4,3	0,6	0,6	0,4	1,1	1,4	22	38
С	0,1	5,2	1,5	0,1	0,2	0,9	0,9	18	35

Вариант 3

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Обменный катион			Нг	V, %	Общий азот, %
			H <sub>2</sub> O	KCl	H <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
			мг-экв/100 г почвы							
О	0–4	75,2*	4,5	3,4	15,3	20,7	5,20	57,0	31	1,30
ЕL	4–11	2,2	4,6	3,2	0,75	0,43	0,24	4,2	14	0,09
ВЕLhf	11–25	3,1	4,9	3,8	1,85	0,94	0,34	9,7	12	0,10
ВТ	25–35	1,7	4,9	5,3	1,00	0,54	0,15	7,7	11	0,04
С	35–45	0,7	5,8	5,5	0,14	0,24	0,05	2,7	10	0,02

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Обменный катион			Нг	V, %	Общий азот, %
			H <sub>2</sub> O	KCl	H <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
			мг-экв/100 г почвы							
О	0–4	67,8*	4,4	3,8	27,3	20,0	3,50	65,0	22	1,66
АУ	4–12	29,0*	5,2	4,1	21,4	4,49	1,07	48,5	12	0,69
ВЕLh	12–25	14,5	5,4	4,4	4,47	0,50	0,21	10,6	7	0,50
ВЕL	25–45	5,0	5,5	4,6	1,09	0,18	0,10	7,0	4	0,24
С	45–60	3,2	5,8	5,3	0,87	0,11	0,19	6,1	4	0,16

Вариант 4

Гори- зонт	Глу- бина, см	Гумус, %	рН		Обменный катион			Нг	V, %	Общий азот, %
					H <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
			H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г почвы					
О	0–3	55,6*	5,5	4,3	9,3	26,1	4,6	43,9	41	1,38
OEL	3–5	14,3	5,3	4,0	9,7	4,9	1,2	22,6	21	0,34
BELh	5–15	16,5	5,0	4,1	10,9	1,2	0,4	25,0	6	0,50
BT1	15–30	11,0	5,4	4,4	7,1	0,7	0,2	18,0	5	0,23
BT2	30–40	3,2	5,5	4,5	0,1	0,2	0,1	8,0	3	0,11
С	40–60	1,1	5,6	4,9	0,1	0,1	0,1	7,0	3	0,11

Гори- зонт	Глу- бина, см	Гу- мус, %	рН		Обменный катион			Нг	V, %	Общий азот, %
					H <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
			H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г почвы					
О	0–5	28,05*	3,6	3,0	6,7	15,0	4,5	12,0		0,98
AУ	5–17	2,71	3,5	3,0	4,5	12,4	3,4	7,7		0,36
AEL	17–25	1,02	3,8	3,2	4,7	11,8	2,9	3,4		0,12
BEL	25–33	1,12	4,6	3,9	3,3	8,7	2,8	2,8		0,12
BT	33–65	0,71	4,6	3,9	2,0	5,6	1,4	2,8		0,09
BTC	65–87	0,45	4,9	4,0	0,7	4,5	1,1	2,9		0,09

Вариант 5

Гори- зонт	Глубина, см	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		%					
OAY	2–6	76,56	11,98	3,60	1,26	0,60	9,47
EL	9–19	81,16	10,72	2,65	1,00	0,71	11,16
BEL	23–31	82,38	9,74	2,91	0,87	0,73	12,08
BT1	35–45	73,42	15,65	4,89	1,19	1,49	6,65
BT2	66–76	69,16	15,95	7,29	1,50	2,17	4,50
С	155–165	72,70	14,72	5,97	2,39	1,18	0,67

Гори- зонт	Глубина, см	рН		Нг	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	Емкость поглощения	V, %
		H <sub>2</sub> O	KCl				
AY	2–6	4,1	3,3	7,2	6,6	13,8	47,9
EL	9–19	5,1	3,8	5,7	0,8	6,5	12,4
BEL	23–31	5,2	3,6	7,6	10,7	19,3	55,3
BT1	35–45	5,3	3,6	7,8	14,7	22,5	65,3
BT2	66–76	5,8	3,9	4,6	19,7	24,3	81,1
BTC	102–112	6,1	4,3	2,9	21,9	24,8	88,4
C	155–165	6,5	4,7	2,1	22,4	24,6	91,2

*Вариант 6*

Гори- зонт	Глубина, см	Гумус, %	рН H <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	Нг	V, %	< 0,01 мм, %
				мг-экв/100 г почвы			
A1pca	0–15	4,11	6,9	40,0	1,8	95,7	65
Bcap	30–40	0,86	6,1	49,4	1,7	96,5	62
Ccap	72–82	0,40	7,8	–	–	–	63
Dca	140–150	0,10	7,9	–	–	–	63

Гори- зонт	Глубина, см	Гу- мус, %	рН KCl	Обменный катион		Нг	V, %
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		
				мг-экв/100 г почвы			
AY	0–21	2,65	5,0	7,0	0,8	3,9	66,7
EL	28–38	0,52	4,9	5,4	0,8	2,8	68,9
BT	68–78	0,28	4,8	10,3	2,7	4,2	75,6
C	140–150	0,12	5,4	11,2	2,8	0,9	94,0

*Вариант 7 [Корсунов, Ведрова, 1982]*

Горизонт	рН		Гумус	Азот	Обменный катион			V, %
	H <sub>2</sub> O	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	
	%				мг-экв/100 г			
<i>Разрез 10KE</i>								
A1	5,5	4,8	9,41	0,38	16,7	4,3	1,2	95
A2	4,8	4,0	2,84	0,12	8,4	1,8	3,1	79
A2h	4,9	4,0	1,84	0,09	10,2	2,4	1,3	90
B1	5,4	4,4	0,89	–	19,8	4,8	0,5	98
Bcg	5,5	4,5	0,33	–	18,3	3,4	–	–

Горизонт	рН		Гумус	Азот	Обменный катион			V, %
	H <sub>2</sub> O	KCl			%			
<i>Разрез 1КВЧ</i>								
A1	5,5	4,5	11,30	0,41	20,8	4,2	1,3	74
A1	4,9	4,2	6,15	0,21	11,5	2,7	3,2	66
A1A2	5,0	3,9	3,53	0,12	8,7	2,1	4,6	61
A2h	5,2	4,0	2,74	0,07	10,1	1,9	4,0	66
A2Bh	5,5	4,0	1,19	0,03	8,9	1,8	–	75
B1	5,5	4,2	0,81	–	13,8	3,5	–	84
B2	5,7	4,4	0,70	–	14,4	3,0	–	87
B3	5,9	4,6	0,66	–	15,6	3,8	–	88
BCg	6,1	4,6	0,62	–	15,0	2,1	–	90
BCg	6,6	5,4	0,51	–	14,8	3,5	–	94
Ckg	7,2	6,3	0,48	–	18,3	2,2	–	98

*Вариант 8 [Корсунов, Ведрова, 1982]*

Горизонт	рН		Нг, мг-экв /100 г	Гумус, %	Обменный катион				V, %
	H <sub>2</sub> O	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	
	мг-экв/100 г								
<i>Разрез 6Н</i>									
A1	4,9	3,8	13,90	7,43	7,45	3,46	5,30	0,96	48
A1A2	4,6	3,4	12,00	2,73	2,91	1,92	6,63	4,21	29
A2	4,9	3,4	9,44	1,14	3,22	1,46	4,42	3,58	33
A2g	4,9	3,3	8,11	0,82	5,45	3,30	3,90	2,49	52
B1	4,9	3,6	6,81	0,71	15,90	5,84	3,18	1,39	76
B2	5,3	3,8	5,03	0,76	17,82	6,45	1,17	0,44	83
B3	5,5	4,0	3,79	0,62	16,59	6,30	–	0,15	86
BCg	5,8	4,2	3,25	0,45	16,28	5,61	–	0,09	87
Cg	5,8	4,4	2,46	0,36	12,60	5,45	–	0,05	88

Горизонт	рН		Нг, мг-экв /100 г	Гумус, %	Обменный катион				V, %
	H <sub>2</sub> O	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	
	мг-экв/100 г								
<i>Разрез 3КЕ</i>									
A1	4,6	3,6	14,43	5,60	8,00	1,70	7,22	3,36	40
A1A2	4,6	3,7	16,10	2,43	2,44	0,90	6,49	8,67	17
A2	4,8	3,6	13,30	1,02	1,73	1,31	4,45	7,69	18
A2	5,1	3,6	10,10	0,92	3,21	1,83	2,31	7,73	33
A2g	5,1	3,7	7,70	0,63	4,84	2,20	1,41	4,60	48
A2Bg	5,5	3,8	6,47	0,63	9,04	4,22	1,37	3,53	67
B1	5,5	3,9	7,52	0,54	13,00	5,70	0,89	2,65	71

Горизонт	pH		Нr, мг-экв /100 г	Гумус, %	Обменный катион				V, %
	H <sub>2</sub> O	KCl			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	
					мг-экв/100 г				
B2	5,7	4,1	7,37	0,24	17,19	6,40	0,33	1,38	84
BC	6,5	4,1	3,67	0,20	18,98	6,64	0,21	0,54	87
BCg	6,0	4,1	3,32	0,18	16,64	7,62	0,12	0,40	88
BCg	6,0	4,2	3,15	0,40	17,12	6,73	0,17	0,30	88
Cg	6,1	4,2	3,32		18,79	6,70	0,17	0,27	88

### Вариант 9

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
			H <sub>2</sub> O	KCl					
AO	0–3	67,17*	5,6	5,1	68,2	11,8	5,5	6,0	3,2
AOA1	3–7	57,35*	4,9	3,9	76,0	8,1	5,4	3,6	1,5
A2	7–15	1,13	4,4	3,3	83,7	6,5	3,1	1,3	0,6
B1	15–25	0,99	5,4	4,2	75,6	12,8	4,2	1,5	1,3
B2	35–60	–	5,6	4,1	70,0	15,1	5,6	2,3	1,1
C	70–90	–	7,5	6,6	70,2	13,7	5,5	3,7	1,5

Глубина, см	1–	0,25–	0,05–	0,01–	0,005–	1–0,25/ 0,25–0,01	0,25–0,01/ 0,01–0,005	
	0,25	0,05	0,01	0,005	0,001			
	%							
1–9	2,7	16,2	56,4	10,2	12,8	0,04	7,12	
9–17	1,7	13,0	56,9	11,4	15,6	0,024	6,13	
20–30	0,7	9,6	60,4	13,2	15,0	0,01	5,30	
40–50	0,4	10,0	63,2	11,4	14,0	0,006	6,42	
65–75	0,6	5,5	56,5	15,8	20,8	0,01	3,86	
80–95	0,3	3,9	56,3	10,9	27,8	0,005	5,43	
110–120	0,2	4,4	57,8	12,2	24,1	0,003	5,10	
140–150	0,5	8,7	58,5	14,6	15,1	0,007	4,50	
180–200	0,3	9,3	56,7	15,4	17,5	0,004	4,28	

### Вариант 10 [Корсунов, Ведрова, 1982]

Горизонт	Гумус, %	pH		Обменный катион			
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>
				мг-экв/100 г			
A1A2	4,54	4,0	3,2	7,80	2,47	4,32	0,48
A2	5,02	4,3	3,4	2,50	1,43	9,06	3,31
A2g	0,78	4,5	4,0	3,80	1,76	2,25	2,69

ABg	0,47	5,0	4,2	7,90	3,16	0,52	0,87
B1	0,48	5,3	4,3	12,70	5,59	0,26	0,51
B2	0,46	5,1	4,5	12,30	5,09	0,12	0,63
B3g	0,32	5,9	5,2	12,40	5,31	0,12	0,35
BCg	–	5,9	5,2	13,90	5,70	0,12	0,10

Глубина, см	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Молекулярные отношения	
	%					SiO <sub>2</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
15–25	74,07	11,69	4,42	2,10	1,24	26	3,4
30–40	73,85	11,82	4,42	2,01	1,45	25	3,3
45–55	72,68	11,77	4,44	2,19	1,41	25	3,2
62–72	71,73	12,47	5,62	1,96	1,51	19	3,4
78–88	69,48	13,02	5,58	2,28	1,53	18	3,4
95–105	70,01	12,97	5,59	2,21	1,56	17	3,6
120–130	69,75	12,97	5,01	2,27	1,22	17	3,6
150–160	74,96	11,79	4,88	2,13	1,36	25	3,5
190–200	72,07	12,05	4,59	2,18	1,41	24	3,7

*Вариант 11*

Гори- зонт	Глуби- на, см	Гумус, %	Hr	S	ЕКО	V, %	pH	
			мг-экв/100 г почвы				H <sub>2</sub> O	KCl
О	0–5	88,7*	15,42	–	–	–	3,63	2,80
EL	5–10	0,31	1,34	3,07	4,41	69,6	4,59	3,69
BEL	10–20	0,52	1,71	3,35	5,06	66,2	4,90	4,00
BT1	20–30	0,65	2,89	3,83	6,72	57,0	5,30	4,06

Гори- зонт	Глубина, см	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	Hr	V, %	< 0,01мм, %
				мг-экв/100 г			
A1pca	0–10	3,11	6,9	38,0	1,8	95	65
Bcap	20–30	0,80	6,1	45,4	1,7	96	62
Ccap	52–82	0,40	7,8				63
Dca	140–150	0,10	7,9				63

### Вариант 12

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, диаметром (мм), %						
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	< 0,01
Ельник мелкотравно-зеленомошный								
A1(AУ)	3–15	4,1	14,6	20,7	26,8	10,3	9,0	33,8
A2 (EL)	20–30	3,4	14,8	16,6	25,8	11,7	13,5	39,4
B (BEL)	50–60	5,8	14,5	12,4	17,7	9,9	28,5	49,3
BC1(BT)	70–80	8,7	22,2	32,1	11,5	2,1	14,9	25,5
C2	100–110	7,9	36,9	31,7	13,1	3,7	5,8	10,4
C2	130–140	8,8	27,5	51,3	4,8	1,7	2,3	7,6

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	V, %
			H <sub>2</sub> O	KCl				
AO (O)	0–4	–	5,8	5,0	42,8	17,9	1,2	98
A1 (AУ)	4–14	6,00	5,3	3,9	9,4	2,8	6,5	65
A2 (EL)	20–30	2,38	5,4	3,9	5,8	2,5	4,4	65
A <sub>h</sub>	40–50	1,95	5,5	4,4	7,5	2,3	4,4	69
B <sub>hg</sub>	70–80	2,02	5,7	4,7	19,4	9,6	1,3	96
B <sub>h</sub>	160–170	0,59	6,7	4,7	19,0	6,7	0,2	100
C	220–250	0,55	6,6	4,9	17,2	5,7	0,1	100

### Вариант 13

Горизонт	Глубина	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Молекулярные отношения		
							SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
							%		
AO	0–4	53,56	5,60	12,87	9,36	1,12	25,4	7,1	5,5
A1	4–14	68,60	4,31	11,41	1,99	2,00	42,2	10,2	8,2
A2	20–30	69,98	4,37	12,75	1,97	2,07	43,3	9,4	7,6
A <sub>h</sub>	40–50	68,62	4,34	12,00	2,43	1,86	42,2	9,7	7,9
B <sub>hg</sub>	70–80	61,49	5,80	13,76	2,44	1,96	29,1	7,6	6,0
B <sub>h</sub>	160–170	60,66	5,14	12,77	2,07	2,53	31,6	8,1	6,4
C	220–250	59,69	5,14	13,13	2,19	2,34	31,9	7,9	6,3

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Обменный катион			V, %
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	
			H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г			
A1 (AY)	0–10	4,69	5,7	4,6	15,73	4,16	0,83	96
A1(AY)	10–25	3,72	6,0	4,6	14,82	5,18	0,51	98
A2B(ELBT)	25–40	2,07	5,5	4,6	15,99	8,30	0,26	99
B (BT)	40–50	0,84	5,5	4,4	18,83	10,45	0,42	99
BCg	70–80	0,23	6,1	4,5	19,73	5,43	-	100
BC	100–110	0,20	6,3	4,6	17,09	5,67	-	100
C	140–150	0,14	6,4	4,8	15,52	4,04	-	100

*Вариант 14*

Горизонт	Глубина, см	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Молекулярные отношения		
							SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
							%		
AO	0–3	50,15	4,62	13,00	13,94	3,38	28,0	6,5	5,2
A1	3–15	65,05	5,44	13,62	3,72	1,90	36,0	8,3	6,7
A2	20–30	64,47	5,83	14,11	2,68	1,98	26,7	7,6	5,9
B	50–60	59,02	5,89	15,86	2,21	2,14	24,5	6,1	4,9
BC1	70–80	57,89	6,45	12,11	2,97	1,96	24,0	8,0	6,0
C2	100–110	52,40	8,50	16,59	4,23	3,55	17,4	5,4	4,1
C2	130–140	45,08	10,87	14,74	7,26	5,23	11,0	5,4	3,6

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Обменный катион			V, %
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	
			H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г			
<b>Ельник зеленомошно-осоковый</b>								
A	2–12	12,80	6,60	5,80	52,00	2,35	0,06	100
A	20–30	5,30	6,60	6,00	34,61	0,74	0,06	100
A	45–55	2,40	6,60	6,20	32,96	1,86	0,10	100
B	70–80	1,20	6,80	6,40	28,84	0,94	0,04	100
BC	85–95	1,20	6,80	6,20	-	-	-	-
Ск	110–120	0,80	7,20	-	-	-	-	-
Сkg	155–165	-	7,20	-	-	-	-	-

### Вариант 15

Горизонт	Глубина, см	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Молекулярные отношения		
		%					SiO <sub>2</sub> / R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
АОА1	0–8	87,4	0,9	7,3	1,1	0,2	19,9	269,8	20,4
A2	8–15	87,4	0,6	7,2	0,9	0,2	19,4	383,2	20,5
Bg	15–25	83,4	1,4	8,4	0,9	0,3	15,3	158,0	16,9
Bg	30–40	83,8	1,9	6,5	1,1	0,2	18,6	118,4	22,1
BCg	80–90	86,1	0,9	7,2	1,0	0,3	18,7	243,2	20,2

Глубина, см	рН		Гумус, %	Обменный катион			
	H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>
				мг-экв/100 г			
0–1	5,1	4,6	–	–	–	–	–
1–3	4,6	4,0	–	–	–	–	–
3–13	4,8	4,0	2,81	0,26	1,06	0,29	1,15
20–30	5,4	4,8	0,64	0,78	0,26	0,05	0,23
50–60	6,3	5,1	0,08	0,30	0,25	0,02	0,11
90–100	6,7	5,2	–	0,20	0,06	0,04	0,08

### Контрольные вопросы

1. Почвы в бореальном поясе.
2. Отличительные признаки почв северной, средней и южной тайги.
3. Диагностические признаки криоземов и подбуров.
4. Диагностические признаки подзолов иллювиально-железистых и иллювиально-гумусовых.
5. Диагностические признаки дерново-подзолистых почв.
6. Напишите формулу профиля подзола иллювиально-железистого.
7. Напишите формулу профиля подзола иллювиально-гумусового.
8. Напишите формулу профиля дерново-подзолистой почвы.
9. Напишите формулу профиля дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом и назовите диагностические признаки генетических горизонтов.

10. Диагностические признаки серых почв.
11. Напишите формулы профилей серой и темно-серой почв.
12. Напишите формулу профиля торфяных верховых и переходных почв и назовите их диагностические признаки.
13. Напишите формулу строения дерново-карбонатной почвы.
14. Диагностические признаки дерново-карбонатной почвы.
15. Почвообразовательные процессы, формирующие почвы бореального пояса.

### **Модульная единица 2.3. Почвы суббореального почвенно-климатического пояса**

#### ***Лабораторная работа № 7. Условия и особенности почвообразования***

##### *Конспект теории*

Территория суббореального почвенно-климатического пояса простирается к югу от бореального пояса. Она занимает южную часть Красноярского края. Территория сложена островными лесостепями на севере, степями на юге и таежно-лесной растительностью в горах Саян. Рельеф – горно-котловинный. Климат резко континентальный. В пределах этого пояса выделяют 2 почвенно-биоклиматические области и 2 почвенно-географические зоны (см. табл. 5).

Центральная степная и лесостепная область занимает большую часть Хакасско-Минусинских котловин (Назаровская, приенисейские части Чулымо-Енисейской, Сыдо-Ербинской, Минусинской) и предсаянские предгорные впадины (Канская, Красноярская, Ачинско-Боготольская). Название этих котловин совпадает с одноименным наименованием соответствующих лесостепных «островов», где распространяется земледельческая часть Красноярского края. Вопросы природного районирования этой территории рассматриваются в работе [Крупкин, Пахтаев, Топтыгин, 1993].

*Канская лесостепь* территориально совпадает с Канско-рыбинской котловиной. Она выделяется на стыке Среднесибирского плоскогорья, Енисейского кряжа и Саянских гор. Занимает среднее течение р. Кан и верховья р. Усолки. Территория Канско-Рыбинской котловины считается самой низкой частью Среднесибирского плоскогорья.

*Красноярская лесостепь* протянулась узкой полосой по левобережью Енисея и ограничена крупными горными сооружениями Енисейского кряжа – с востока, отрогами Восточного Саяна – с юго-запада и юга, Кемчугского нагорья – с юго-запада. На севере лесостепь открыта к таежным пространствам Западно-Сибирской низменности.

Далее на запад от Красноярской лесостепи, за залесенным Кемчугским нагорьем, выделяется *Ачинско-Боготольская лесостепь*, ограниченная на юге хребтом Арга. В северном и западном направлении она постепенно сливается с Западно-Сибирской низменностью.

Отроги Кузнецкого Алатау на западе, Западного Саяна на юге и юго-востоке, Восточного Саяна на востоке разделяют обширную территорию Минусинской впадины на несколько котловин, в пределах которых находятся «острова» одноименных лесостепей. Самая южная и наиболее глубокая их них – *Южно-Минусинская котловина* – расположена по долинам рек Абакан и Туба. *Сыдо-Ербинская котловина* ограничена отрогами Батеневского кряжа на севере и низкими хребтами Оглахты и Унюк на юге. Северо-восточную часть Минусинской впадины занимает *Балахтинская котловина*. *Чулымо-Енисейскую котловину* обрамляют Батеневский кряж на юге и Солгонский кряж на севере. Далее к северу, за Солгонским кряжем, находится *Назаровская котловина*.

Территории котловин суббореального почвенно-климатического пояса представляют собой пологоувалистые денудационные равнины с многообразными формами рельефа, обусловленными геологической историей. Формирование рельефа здесь связано преимущественно с экзогенными процессами: денудацией, эоловыми, водно-эрозионными и др. Поверхность котловин расчленена на плоские увалы, плосковершинные холмы, западины и долины рек. Мезо- и микрорельеф – западинно-бугристый и холмисто-увалистый, что определяет большую комплексность почвенного покрова. Это, в свою очередь, затрудняет организацию сельскохозяйственного использования земель и приводит к пестроте урожая сельскохозяйственных культур. Поэтому внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия необходимо осуществлять с учетом рельефа и пространственной неоднородности почвенного покрова конкретного сельскохозяйственного предприятия.

Описываемая территория относится к умеренному поясу и холодно-умеренному подпоясу, к подрайону достаточного (ГТК 1,2–1,6) и недостаточного гидротермического коэффициента (ГТК 0,8–1,2) увлажнения. Среднегодовая температура воздуха колеблется от +0,4–0,5 °С до минус 0,5–1,5 °С, сумма активных температур достигает 1600–1800 °С, безморозный период – 120 дней, сумма осадков за год – 360–460 мм. Недостаток влаги растения испытывают в июне, в один из критических для них периодов – фазу кущения. Холодная зима способствует длительному промерзанию почвогрунтов.

Почвообразующими породами служат различные четвертичные отложения (бурые и коричнево-бурые глины, желто-бурые лессовидные карбонатные тяжелые глины и суглинки, пески и супеси). Лессовидные породы характеризуются повышенным содержанием валового кальция и магния, коричнево-бурые глины – валового железа [Шугалей, 1991].

Котловинный характер рельефа обусловил концентрическую зональность ландшафтов. В центральной части котловины, являющейся более теплой и засушливой, формируется «степное ядро» [Семина, Вередченко, 1962], по периферии располагаются более влажные и менее теплые массивы с преобладанием лесной растительности («лесостепное окаймление») с редкостойными травяными лесами из березы, осины, лиственницы). В целом же основу растительности составляют злаково-разнотравные и злаковые остепненные травянистые ассоциации. Значительная часть естественных ландшафтов здесь заменена агроценозами.

Доминируют в этой области суббореального пояса серые лесные почвы и черноземы. И те и другие отличаются большим своеобразием.

#### *Особенности серых лесных почв:*

- небольшая мощность гумусового горизонта;
- незначительная выщелоченность и степень дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу;
- повышенное содержание гумуса и поглощенных оснований;
- отсутствие или слабое наличие гляцевых гумусовых пятен на гранях структурных отдельностей;
- щебнистость почвообразующих пород.

В этих почвах отмечаются следующие элементарные почвообразовательные (профилеобразующие) процессы: *подстилкообразование, гумусонакопление, слабое оподзоливание, оглинивание, оглеение в нижних горизонтах.*

*Особенности черноземного почвообразования:*

- глубокое и периодически сквозное промачивание;
- признаки мерзлотного оглеения;
- многогумусность и малая мощность гумусового горизонта;
- слабая выщелоченность от карбонатов;
- карманистый и языковатый переходы между горизонтами;
- литологическая неоднородность почвообразующих пород;
- микрокомплексность.

В черноземах отмечаются следующие основные элементарные почвообразовательные процессы: *гумусонакопление, иллювиирование по карбонатам, слабое оглеение.*

Среди интразональных почв в структуре почвенного покрова описываемой территории встречаются луговые, лугово-черноземные и пойменные почвы. Они приурочены к пониженным формам рельефа.

Особенностью пространственной организации почвенного покрова в Центральной степной и лесостепной области суббореального пояса Красноярского края является его комплексность, обусловленная влиянием мезо- и микрорельефа, характером почвообразующих пород, микроклиматом и гидротермическим режимом.

Алтайско-Саянская горно-таежная область суббореального пояса охватывает северо-западную часть Восточного Саяна, северные и северо-западные склоны Западного Саяна. Эта территория представляет собой сложную систему средневысотных горных хребтов, расчлененных густой сетью глубоких эрозионных речных долин. Климат умеренно холодный, резко континентальный. На высоте 1000–1200 м выпадает 800–1100 мм в год осадков, в нижнем поясе (к лесостепи) их количество снижается до 350–500 мм в год. Наблюдается вертикальная поясность растительности: степной, лесостепной, лесной и горно-тундровой. Почвообразующими породами являются продукты выветривания (каменисто-суглинистые) магматических и метаморфических пород. Разнообразие почв обусловлено проявлением вертикальной поясности.

*Материалы и оборудование:* научные публикации и учебные пособия (см. список литературы), персональный компьютер.

## *Задание*

1. Изучите научные работы исследователей по характеристике экологических условий и особенностей почвообразования в суббореальном почвенно-климатическом поясе.

2. Сделайте сравнительную оценку экологических условий почвообразования почвенно-биоклиматических областей суббореального пояса. Оформите сравниваемые показатели в табличной или графической форме.

3. Опишите профилеобразующие процессы в суббореальном почвенно-климатическом поясе. Оформите диагностические признаки этих элементарных почвообразовательных процессов в табличной форме.

4. Дайте ответы на контрольные вопросы.

## *Контрольные вопросы*

1. Где распространяется суббореальный почвенно-климатический пояс на территории Красноярского края?

2. Почвенно-биоклиматические области и почвенно-географические зоны на территории суббореального пояса.

3. Географическое распространение лесостепных котловин на территории суббореального пояса.

4. Какой климат в суббореальном поясе?

5. Сколько осадков выпадает в суббореальном поясе?

6. Тип водного режима в суббореальном поясе.

7. Рельеф на территории суббореального пояса.

8. Почвообразующие породы на территории суббореального пояса.

9. Особенности климата, рельефа, почвообразующих пород в Центральной лесостепной и степной области суббореального пояса.

10. Растительность в лесостепной и степной зонах суббореального пояса.

11. Экологические условия почвообразования в Алтайско-Саянской горно-таежной области. Причины и признаки вертикальной зональности.

12. Элементарные (профилеобразующие) процессы в почвах лесостепной зоны

13. Диагностические признаки подстилкообразования, оподзоливания и оглинивания в почвах лесостепной зоны.

14. Элементарные (профилеобразующие) процессы в почвах степной зоны.

15. Диагностические признаки (показатели) карбонатно-иллювиального процесса.

16. Причины разной интенсивности процесса гумусонакопления в бореальном и суббореальном поясе.

17. Признаки и причины оглеения в нижних горизонтах почв суббореального пояса.

### ***Лабораторная работа № 8. Систематический список, классификация и диагностика почв***

#### *Конспект теории*

#### *Характеристика почв*

Суббореальный пояс Средней Сибири (в пределах Красноярского края) включает:

➤ Центральную лесостепную и степную область серых лесных почв и черноземов с двумя зонами:

- зона серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов лесостепи;

- зона обыкновенных и южных черноземов степи;

➤ Алтайско-Саянскую горно-таежную область дерново-таежных и буро-таежных почв.

Центральная лесостепная область суббореального пояса является сельскохозяйственной территорией Красноярского края. Агроценозы здесь заместили травяные леса, злаково-разнотравные луга и степи. На этой территории находятся в землепользовании 42 административных района, где осуществляется производство растениеводческой и животноводческой продукции.

Систематический список почв лесостепной области суббореального пояса приводится в таблице 16. Рассмотрим генетические особенности этих почв.

Таблица 16 – Систематический список почв Центральной лесостепной и степной области суббореального пояса

По классификации (1977)	По классификации (2004)	
	Естественные	Пахотные
Серая лесная A <sub>0</sub> -A1-A1A2-A2B-B-C	Серая AY-AEL-BEL-BT-C	Агросерая P-AEL-BEL-BT-C
Темно-серая лесная A <sub>0</sub> -A1-A1A2-A2B-B-C	Темно-серая AU-AUe-BEL-BT-C	Агротемно-серая PU-(AUe)-BEL-BT-C
Чернозем оподзоленный Ад-A1-A1A2-A2B-B-C	Чернозем глинисто-иллювиальный AU-BI-C	Агрочернозем глинисто-иллювиальный PU-AU-BI-C
Чернозем выщелоченный Ад-A-AB-B-Bк-Ск	Чернозем глинисто-иллювиальный AU-BI-C(ca)	Агрочернозем глинисто-иллювиальный PU-AU-BI-C(ca)
Чернозем обыкновенный Ад-A-AB-Bк-Ск	Чернозем AU-BCA-Cca	Агрочернозем PU-AU-BCA-Cca
Чернозем южный Ад-A-ABк-Вк-Ск	Чернозем текстурно-карбонатный AU-CAT-Cca	Агрочернозем текстурно-карбонатный PU-AU-CAT-Cca
Лугово-черноземная Ад-A-AB-B-Cg	Чернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизованный AU-AUg-BIg-Cg	Агрочернозем глинисто-иллювиальный PU-AU-BIg-Cg
	Чернозем гидрометаморфизованный AU-BCAg-Cca,g	Агрочернозем гидрометаморфизованный PU-AU-BCAg-Cca,g
	Чернозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный AU-CATg-Cca, g	Агрочернозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный PU-AU-CATg-Cca, g

**Серая (агросерая) и темно-серая (агротемно-серая) почвы** суббореального пояса отличаются от подобных в бореальном поясе большей мощностью гумусово-элювиального горизонта, меньшей оподзоленностью, слабокислым рН, более высоким содержанием гумуса, обменных катионов и более высокой степенью насыщенности основаниями (табл. 17, рис. 9). Они формировались на водоразделах и в верхней части склонов под березовыми, осиново-березовыми и березово-осиновыми лесами с травянистым покровом, где обеспечивается значительное поступление растительных остатков как на поверхность почвы, так и в ее толщу [Бугаков, Чупрова, 1995].

Таблица 17 – Химические и физико-химические показатели серых почв суббореального пояса Средней Сибири [Бугаков, Чупрова, 1995]

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Обменный катион		Сумма	Нг	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
					мг-экв/100 г почвы				
Серая тяжелосуглинистая (Казачинский район)									
A1	0–15	5,90	6,2	6,1	20,6	5,0	25,6	4,2	47,3
A1A2	17–27	2,48	6,4	6,2	12,1	2,3	14,4	3,5	62,4
A2B	24–34	1,40	5,9	5,7	13,1	2,5	15,6	4,2	65,7
B	39–49	0,83	5,6	5,3	–	–	–	–	64,1
Темно-серая среднесуглинистая (Козульский район)									
A1	6–16	8,64	6,8	6,4	36,1	4,4	40,7	2,4	38,7
A1A2	21–31	3,67	6,5	6,2	24,2	3,0	27,6	3,3	40,3
A2B	38–48	2,33	6,7	6,5	18,3	2,0	21,2	2,1	50,3
B	90–100	–	7,3	–	–	–	–	–	61,1

Серые почвы имеют тяжелосуглинистый и глинистый гранулометрический состав. По профилю прослеживается вынос илистых частиц из верхних горизонтов в иллювиальный. По данным валового состава [Семина, Вередченко, 1962] наблюдается дифференциация профиля: максимальное содержание SiO<sub>2</sub> и минимальное количество R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в аккумулятивном и элювиальном горизонтах, накопление натечных форм подвижной глины и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в виде темно-коричневого глянца на поверхности агрегатов в иллювиальном горизонте. В полу-

метровой толще серых почв сосредоточено от 185 до 215 т/га гумуса и 13–14 т/га азота. Преобладающая часть этих запасов находится в верхнем слое (0–20 см). Гумусовый горизонт серых почв характеризуется высокой емкостью обменного поглощения при насыщенности основаниями до 90 % слабокислым рН.



*Рисунок 9 – Профиль серой почвы (фото С. Лойко)*

По [Классификация и диагностика ..., 2004] серые почвы относятся к стволу постлитогенных и отделу текстурно-дифференцированных почв. Они выделены в 3 типа: серые (AY-AEL-BEL-BT-C), темно-серые (AU-AUe-BEL-BT-C) и темно-серые глеевые (AU-AUe-BELg-BTg-G-CG). Серые и темно-серые подразделяются на подтипы: типичные, со вторым гумусовым горизонтом, глееватые. В типе темно-серых глееватых почв выделяются подтипы: типичные, перегнойно-глеевые, со вторым гумусовым горизонтом. Вовлеченные в пашню эти почвы преобразуются в агросерые (P-(AY)-AEL-BEL-BT-C), агротемно-серые (PU-(AUe)-BEL-BT-C) и агротемно-серые глеевые (PU-AUe-BELg-BTg-G-CG).

Установлено [Сорокина, 2008], что под влиянием раскорчевки и распашки изменяется строение профиля, морфологические признаки, физические, химические и агрохимические свойства почв. Прежде всего, образуется качественно новый горизонт – пахотный слой, вмещающий в себя перемешанный гумусово-аккумулятивный горизонт и подпахиваемый нижележащий элювиально-иллювиальный. На пашне структура из ореховатой переходит в комковато-творожистую с признаками пылеватости. В подпахотном слое наблюдается уплотнение, образование «подплужной подошвы», обеспечивающей водоупор, застывание влаги и частичное переувлажнение нижней части профиля. Это активизирует проявление элювиально-глеевых процессов, обнаруживаемых в виде ржаво-охристых и сизоватых пятен и прослоек соединений железа, черно-бурых конкреций соединений марганца.

О.А. Сорокиной доказано снижение степени гумусированности, повышение обменной кислотности, уменьшение аккумуляции азота и фосфора при освоении и сельскохозяйственном использовании агросерых почв (табл. 18). Эволюция этих почв характеризуется «проградационным трендом», выражающимся в ослаблении оподзоливания и довольно интенсивном развитии дернового процесса.

*Диагностические признаки:* четкая дифференциация профиля по содержанию гумуса, плотности сложения, структурному состоянию, гранулометрическому составу и валовым  $\text{SiO}_2$  и  $\text{R}_2\text{O}_3$ .

Таблица 18 – Характеристика серых почв Красноярской лесостепи [Сорокина, 2008]

Горизонт	Глубина, см	Гумус	Азот	C:N	pH		Hr	S	V, %
		%			H <sub>2</sub> O	KCl	ммоль/100 г		
Р. 4-04. Целина (сосновый лес)									
AY	2–13	4,5	0,230	11,3	6,7	5,7	2,68	37,0	93
AEL	13–38	2,9	0,142	11,8	6,6	5,6	2,35	32,5	93
BT	38–84	0,9	0,048	10,9	5,9	4,4	2,79	32,5	92
BCca	84–100	0,8	0,052	9,0	6,7	5,2	1,86	34,0	95
Р. 1-04. Пашня 1969–1970 гг. освоения									
P	0–26	3,0	0,156	11,1	6,8	5,4	2,74	32,0	92
BEL	26–34	1,6	0,072	12,9	6,7	5,4	2,62	30,5	92
BT	34–90	0,9	0,055	9,5	6,4	4,8	2,74	31,5	92
BCca	90–115	0,9	0,050	10,4	6,8	4,8	2,07	31,0	94

**Чернозем оподзоленный**, распространенный на пахотных массивах северной лесостепи, по [Классификация и диагностика ..., 2004] относится к типу агрочернозема глинисто-иллювиального, подтипу оподзоленного. Профиль хорошо дифференцируется на генетические горизонты и отличается темной, почти черной окраской с белесым оттенком и зернисто-ореховатой структурой горизонтов PU и AU, темно-бурой окраской, плотным сложением, ореховатой структурой и иллювиальной пленкой на гранях педов горизонта VI. В горизонте С встречаются карбонаты. Они имеют форму псевдомицелия. Содержание гумуса – 9–10 %, рН – слабокислый, емкость поглощения – 40–60 мг-экв/100 г, состав обменных катионов – Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, H<sup>+</sup>, Al<sup>+++</sup> (табл. 19). Почва характеризуется повышенной гидролитической кислотностью. Степень насыщенности основаниями – 90–95 %.

*Диагностические признаки:* мощный гумусовый горизонт, кремнеземистая присыпка, элювиально-иллювиальное распределение ила, SiO<sub>2</sub> и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по профилю.

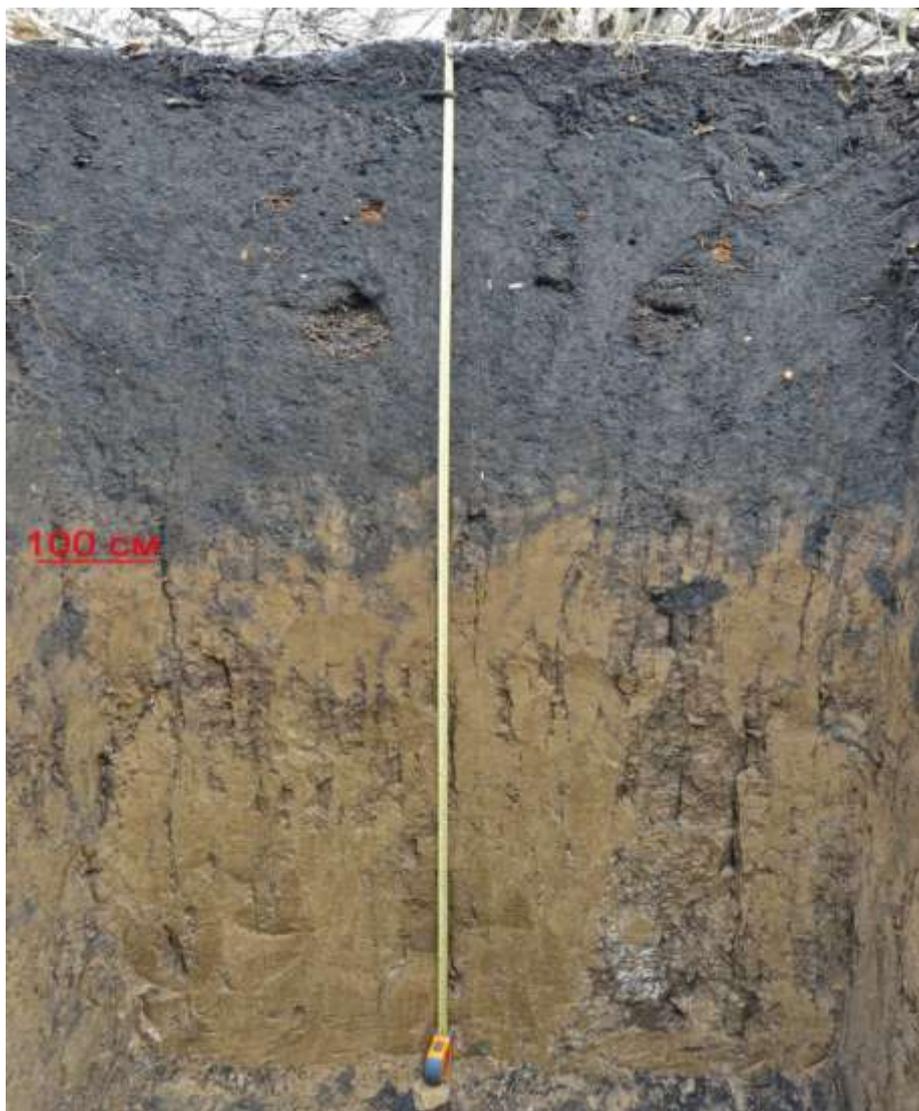
Таблица 19 – Химические и физико-химические показатели агрочерноземов суббореального пояса Средней Сибири [Бугаков, Чупрова, 1995]

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Обменный катион		Сумма	Hr	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
					мг-экв/100 г почвы				
Чернозем оподзоленный (агрочернозем глинисто-иллювиальный) Емельяновский район									
A	0–23	10,2	6,5	5,0	37,0	6,8	43,8	7,3	66
A1A2	40–50	4,8	6,1	5,0	29,0	3,0	32,0	6,3	64
B	63–73	2,3	6,0	4,8	15,0	4,3	19,3	6,1	64
BC	82–92	1,0	6,0	4,8	–	–	–	–	65
Чернозем выщелоченный (агрочернозем глинисто-иллювиальный) Сухобузимский район									
A	0–20	9,45	6,6	6,4	29,0	14,0	43,0	0,4	64
A	20–30	9,68	6,6	6,4	32,0	6,0	38,0	0,2	62
AB	30–40	3,92	6,7	6,4	17,0	2,0	19,0	0,2	71
B	50–60	1,02	6,8	6,4	17,0	2,0	19,0	–	66
Bк	80–90	0,67	7,5	–	–	–	–	–	66
Cк	190–200	–	7,8	–	–	–	–	–	75

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Обменный калий		Сумма	Нг	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			
					мг-экв/100 г почвы				
Чернозем обыкновенный (агрочернозем криогенно-мицелярный) Ужурский район									
А	0–15	5,72	6,5	–	26,0	5,2	31,2	–	37
АВ	17–22	3,68	6,8	–	23,0	4,7	27,7	–	35
Вк	26–36	2,15	6,9	–	18,0	4,2	22,2	–	37
ВСК	52–62	1,05	6,9	–	–	–	–	–	45
Чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный) Минусинский район									
А	0–18	5,61	6,6	–	25,5	4,1	29,6	–	43
АВк	20–30	3,45	6,8	–	21,1	3,8	24,9	–	45
Вк	40–50	3,01	7,1	–	17,0	4,0	21,0	–	56
ВСК	70–80	1,52	7,4	–	–	–	–	–	56
СК	90–100	0,45	7,5	–	–	–	–	–	56

**Чернозем выщелоченный**, как и чернозем оподзоленный, относится по [Классификация и диагностика ..., 2004] к отделу аккумулятивно-гумусовых, типу черноземов глинисто-иллювиальных, но подтипу типичных. Эта почва составляет основу пахотных земель Красноярского края. Поэтому рассматриваются свойства и признаки агрочернозема глинисто-иллювиального типичного (см. табл. 19, рис. 10). Профиль PU-AU-VI-C(ca). Почвообразующая порода – лессовидные карбонатные суглинки. Карбонаты в профиле почвы появляются с глубины 70–80 см. Они имеют форму псевдомицелия. Содержание гумуса в горизонтах PU и AU достигает 8–9 %, глубже снижается постепенно, pH – нейтральный. Гидролитическая кислотность незначительная. Емкость поглощения высокая, что обусловлено тяжелым гранулометрическим составом и высоким содержанием гумуса. Почва отличается интенсивными процессами мобилизации (накопления) питательных элементов в доступных для растений формах.

*Диагностические признаки:* мощный гумусово-аккумулятивный горизонт, языковатый характер перехода горизонта AU в VI, комковато-зернистая структура, псевдомицелий карбонатов с глубины 70–80 см, слабая (или отсутствие) дифференциация профиля по илу, SiO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



*Рисунок 10 – Профиль чернозема выщелоченного (фото С. Лойко)*

**Чернозем обыкновенный**, также широко распространенный на пашне региона, относится по [Классификация и диагностика ..., 2004] к отделу аккумулятивно-гумусовых, типу агрочерноземов, подтипу криогенно-мицелярных. Профиль RU-AU-BCAmc-BCAg-Cca, g. Почва отличается довольно мощным карбонатным профилем. Горизонт BCAmc имеет резкую верхнюю границу, расположенную ниже гумусового горизонта. Карбонаты в формах псевдомицелия и белоглазки. В нижней части профиля отмечается надмерзлотное оглеение, обусловленное сезонным глубоким промерзанием почвы.

Содержание гумуса колеблется от 5 до 7 % в верхнем горизонте, глубже постепенно снижается (см. табл. 19). Реакция среды нейтральная или слабощелочная. Емкость поглощения варьирует в пре-

делах 25–38 мг-экв/100 г. Состав обменных катионов –  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Mg}^{++}$ . Насыщенность катионами-основаниями – 100 %.

*Диагностические признаки:* темный гумусовый горизонт, комковатая структура, высокое залегание карбонатов в формах псевдомицелия и белоглазки, ржавые и сизые пятна  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  в горизонте Сса, недифференцированный профиль по илу,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{R}_2\text{O}_3$ .

**Чернозем южный**, используемый на полях Красноярского края, по [Классификация и диагностика ..., 2004] относится к отделу аккумулятивно-гумусовых, типу агрочерноземов текстурно-карбонатных. Профиль PU-AU-CAT-Cса характеризуется ясной дифференциацией на генетические горизонты с резкой границей между ними. Гумусовый горизонт имеет небольшую мощность с комковатой структурой и карбонатами в диффузной (мучнистой) форме. Текстурно-карбонатный горизонт CAT характеризуется плотным сложением, ореховато-призмовидной структурой с гумусово-глинистыми кутанами по граням педов, карбонатами в форме белоглазки, иногда пятнами легкорастворимых солей.

Содержание гумуса колеблется от 4 до 6 %, рН слабощелочной (см. табл. 19). Емкость поглощения – 20–30 мг-экв/100 г почвы. Состав обменных катионов –  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ . Насыщенность основаниями – 100 %.

Почва отличается более низким плодородием по сравнению с другими агрочерноземами. Факторами, ограничивающими плодородие агрочернозема текстурно-карбонатного, являются невысокие запасы гумуса и азота, доступной влаги и высокая концентрация карбонатов, иногда легкорастворимых солей.

*Диагностические признаки:* дифференцированный по илу и карбонатам профиль, плотное сложение в текстурно-карбонатном горизонте.

**Лугово-черноземная и черноземно-луговая почвы**, распространяясь на западинах и шлейфах склонов пахотных земель, выделяются в [Классификация и диагностика ..., 2004] на уровне подтипа в типах агрочерноземов глинисто-иллювиальных, агрочерноземов и агрочерноземов текстурно-карбонатных. Генетические профили каждого подтипа: PU-AU-Aug-Big-Cg; PU-AU-BCAg-Ccag; PU-AU-CATg-Cса,g. Эти почвы имеют мощный гумусированный горизонт темной окраски, рыхлый, зернистой структуры. Они формируются в результате намыва и повышенного увлажнения за счет поверхностно-

го притока влаги или близкого к поверхности залегания грунтовых (подземных) вод.

Содержание гумуса достигает 9–12 %, рН – от слабокислого до щелочного. Состав обменных катионов неодинаковый в разных подтипах этой почвы.

*Диагностические признаки:* большая мощность горизонта АU, высокое содержание гумуса, оглеение в средней и нижней части профиля, мелкие Mn-Fe конкреции.

### *Состояние и управление плодородием почв*

Агропочвы Средней Сибири в пределах Красноярского края отличаются преимущественно тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, небольшой мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта при высоком содержании гумуса и его подвижных соединений, повышенной катионной емкостью. Средневзвешенное содержание гумуса в агропочвах, по данным краевой агрохимслужбы, равняется 6,5 %. Содержанием гумуса до 4 % (это критический уровень, при котором наблюдается невысокая урожайность даже при достаточном внесении минеральных удобрений) характеризуются 16 %, содержанием гумуса 4–8 % – 53 % и содержанием гумуса более 8 % – 31 % пахотных массивов. По средневзвешенным значениям рН почвы соответствуют близкой к нейтральной реакции. Но свыше 400 тыс. га почв – с величиной менее 5 рН. Доля почв с очень низким, низким и средним содержанием фосфора составляет 24 % от обследованной 3,1 млн га площади. Агропочвы края отличаются повышенным и высоким содержанием обменного калия (54 % от общей площади пашни). Лишь 7 % пахотных угодий характеризуются низким и очень низким содержанием калия. Обеспеченность почв нитратным азотом низкая, что обусловлено резкими флюктуациями погодных условий, сокращенным периодом биологической активности почвы, нарушениями в обработках паровых полей, уменьшением величины поступающих в почву растительных остатков в связи с распространением сейчас двух- и трехпольных севооборотов и возросшим применением гербицидов, сопровождающимся накоплением в почве токсичных соединений, замедляющих нитрификационный процесс.

Черноземы в структуре почвенного покрова пашни занимают 54 %, среди них доминируют выщелоченные. Содержание гумуса в черноземах всех лесостепных регионов постепенно убывает в ряду

подтипов: оподзоленные > выщелоченные > обыкновенные > южные (табл. 20). В соответствии с системой показателей гумусного состояния, черноземы оподзоленные характеризуются очень высоким содержанием гумуса, выщелоченные и обыкновенные – высоким, южные – средним. По запасам гумуса и энергии, аккумулированной в гумусе, большинство черноземов оценивается высоким уровнем, что определяет не только высокое потенциальное плодородие этих почв, но и устойчивость их положительных качеств (табл. 21). Лишь в обыкновенных черноземах Минусинской впадины запасы гумуса снижаются до среднего уровня, а в южном соответствуют низкому.

Таблица 20 – Статистические параметры содержания гумуса в черноземах [Чупрова, 1997]

Лесостепь	Подтип чернозема	Глубина, см	n	M±m	V
				%	
Красноярская	Оподзоленный	0–20	23	10,30±0,35	16
		20–40	17	7,00±0,22	16
	Выщелоченный	0–20	108	8,41±0,14	18
		20–40	101	5,95±0,15	25
	Обыкновенный	0–20	53	7,71±0,24	23
		20–40	42	5,34±0,30	30
Канская	Оподзоленный	0–20	4	10,82±1,27	24
		20–40	4	6,98±1,42	41
	Выщелоченный	0–20	37	9,03±0,58	22
		20–40	32	4,90±0,67	53
	Обыкновенный	0–20	6	8,53±0,58	17
		20–40	6	3,95±0,28	18
Ачинско-Боготольская	Оподзоленный	0–20	5	11,56±1,24	24
		20–40	5	8,06±0,41	12
	Выщелоченный	0–20	4	9,78±0,31	6
		20–40	3	6,70±0,69	18
	Обыкновенный	0–20	3	8,33±0,83	17
		20–40	3	3,50±0,36	18
Минусинская	Оподзоленный	0–20	14	10,30±0,54	20
		20–40	8	6,17±0,54	25
	Выщелоченный	0–20	18	9,17±0,31	14
		20–40	9	6,65±0,73	33
	Обыкновенный	0–20	41	7,54±0,33	28
		Южный	0–20	27	4,94±0,28

Здесь и далее: n – объем выборки, M – среднее арифметическое, m – ошибка средней, lim – пределы колебаний, V – коэффициент варьирования.

Таблица 21 – Запасы гумуса и энергии в пахотном слое черноземов  
[Чупрова, 1997]

Лесостепь	Подтип чернозема	Гумус, т/га				Энергия гумуса, 10 <sup>3</sup> ккал/га
		n	lim	M±m	V, %	
Красноярская	Оподзоленный	11	164–234	200±7	12	11,0
	Выщелоченный	15	139–211	176±6	12	9,7
	Обыкновенный	23	129–200	164±4	12	9,0
Канская	Оподзоленный	4	150–237	198±20	21	10,9
	Выщелоченный	8	120–224	177±14	22	9,7
	Обыкновенный	6	137–211	160±11	17	8,8
Ачинско- Боготольская	Оподзоленный	5	162–271	217±23	24	12,0
	Выщелоченный	4	165–197	184±7	8	10,1
	Обыкновенный	3	126–179	157±16	18	8,6
Минусинская	Оподзоленный	14	113–237	194±10	19	10,7
	Выщелоченный	19	98–212	174±6	15	9,6
	Обыкновенный	41	64–250	140±6	30	7,7
	Южный	27	57–156	93±5	30	5,1

Более высокая изменчивость содержания гумуса в подпахотном слое по сравнению с пахотным обусловлена широко распространенной языковатостью нижней границы аккумулятивного горизонта. Распределение гумуса по профилю разных подтипов черноземов специфично и отражает их подтиповые различия. Оподзоленные черноземы всех лесостепных регионов имеют наибольшую мощность гумусового горизонта по сравнению с выщелоченными и обыкновенными. Самым укороченным гумусовым профилем характеризуются обыкновенные черноземы. Следовательно, в пределах лесостепной зоны по мере нарастания сухости климата происходят закономерные изменения мощности гумусового профиля почв.

Запасы минерализуемого органического вещества в пахотных черноземах региона достигают 19–28 т С/га, что составляет 21–31 % от запасов С<sub>орг</sub> (табл. 22). В составе минерализуемого органического вещества доминируют подвижные продукты гумуса. Выполняя важные почвенно-экологические функции, подвижный гумус постоянно обновляется и реагирует на любые воздействия, в т. ч. агрогенные. Сезонная изменчивость концентрации подвижного гумуса (увеличение к осени) определяется неодинаковой скоростью отмирания,

поступления и разложения растительных остатков, а также различной интенсивностью их трансформации в новообразованные гумусовые вещества. Соотношение запасов подвижных гуминовых и фульвокислот сужается в ряду черноземов: выщелоченный > обыкновенный > южный.

Таблица 22 – Запас минерализуемого органического вещества в черноземах Красноярского края (агроценоз пшеницы), т С/га [Чупрова, 2013]

Компоненты ОВ	Подтип чернозема		
	Оподзоленный	Выщелоченный	Обыкновенный
$C_{\text{орг}}$	112,02	96,28	58,90
$C_{\text{минерализуемый}}$ :	27,73	20,43	18,52
$C_{\text{растительные остатки}}$	6,60	6,30	4,19
$C_{\text{подвижный гумус}}$ :	21,13	14,13	14,33
$C_{\text{H}_2\text{O}}$	0,69	0,54	0,79
$C_{\text{NaOH}}$	20,44	13,59	13,54
$C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$	1,27	0,96	0,93

Особенности количественного и качественного состава минерализуемого пула отражают соотношение процессов поступления и разложения растительных остатков, новообразования гумусовых веществ и активности микробиоты. Образование разных компонентов минерализуемого пула органического вещества в черноземах определяет условия их функционирования, продуктивность и устойчивость к агрогенным воздействиям. Экспериментальное разделение компонентов ОВ по степени устойчивости является сложной научной проблемой. Эта часть почвы по генезису, структуре и составу отличается гетерогенностью и многообразием функций ее компонентов.

Установлено, что максимальные потери гумуса происходят в течение 25–50 лет освоения почв. Основная причина заключается в том, что смена естественных фитоценозов на агроценозы сопровождается снижением запасов поступающих в почву растительных остатков и утратой легкоминерализуемой части ОВ. В таблице 23 приводятся количественные оценки потерь ОВ из агрочерноземов юга Красноярского края, Хакасии и Тувы, происходящие за счет минерализации

растительных остатков и подвижного гумуса. Одновременно при разложении растительного материала отмечается синтез новообразованного гумуса. На его образование расходуется 22–25 % годовой потери углерода при разложении растительных остатков. В дальнейшем этот новообразованный гумус может либо заместить минерализовавшийся (иначе говоря, «сработанный») подвижный компонент ОБ, либо дополнительно аккумулироваться в гумусе, повышая его запасы. Однако увеличения запасов гумуса в изученных почвах не наблюдается. Напротив, отмечается минерализация гумуса, равная 0,23 т С/га [Чупрова, 1997]. Интенсивность потерь гумуса возрастает в 2–3 раза в черноземах степной зоны по сравнению с лесостепной (табл. 23). Минерализуются преимущественно подвижные продукты гумуса. В черноземах лесостепи эти потери компенсируются на 91 % новообразованным гумусом, в черноземах степи – на 34, в черноземах сухой степи – только на 16 %.

По данным И.Б. Воробьевой (2013), проводившей исследования в Назаровской лесостепи, также отмечается снижение содержания органического вещества в верхних слоях распаханых черноземов с одновременным их уплотнением и уменьшением обменного магния.

Таблица 23 – Потери минерализуемого органического вещества в черноземах, кг С/га в слое 0–20 см в год [Tshebakova, Chuprova, Parfenova, 2016]

Процесс	Лесостепь (Красноярский край)	Степь	
		настоящая (Хакасия)	сухая (Тува)
Разложение растительных остатков:	910	764	524
минерализация	701	573	408
гумификация	209	191	116
Минерализация подвижного гумуса	230	565	705
Минерализация стабильного гумуса	3	11	15
Минерализация гумуса	233	576	720
Суммарная минерализация	934	1149	1128

Падение гумуса в черноземах региона до критического уровня может произойти только вследствие эрозионных процессов. Отсюда вытекает важность организации возделывания культур в соответствии с принципами почвозащитного земледелия.

По исследованиям Н.Л. Кураченко (2013) сельскохозяйственное использование почв Красноярской лесостепи приводит к изменению морфологии структурной организации гумусового горизонта: зернистые структуры трансформируются в глыбистые, комковатые, пороховидные отдельности в черноземах и ореховатые и глыбистые в серых почвах. Черноземы обыкновенные на пашне теряют 15 %, серые почвы – до 33–37 % агрономически ценных агрегатов. Снижение водоустойчивости структуры на 22 % в выщелоченных черноземах связано с обезиливанием и разрешением микроагрегатов.

По мнению А.А. Белоусова и Е.Н. Белоусовой (2013), способ обработки почвы влияет на соотношение структурных отдельностей, разнообразие микробного сообщества, качество органического вещества и степень его минерализации.

Состояние почвенного покрова, интенсивность почвенных режимов и гидротермические условия оказывают существенное влияние на формирование урожайности полевых культур. В любой агротехнологии уровень оптимизации водного, воздушного, теплового, светового и пищевого режимов почвы определяет величину эффективности продукционного процесса. Обоснование применения той или иной технологии начинается с обоснования приемов управления плодородием почвы. Сущность управления заключается в решении следующих задач: 1) выявление свойства почвы, лимитирующего урожайность культуры; 2) определение предела, до которого необходимо улучшить данное свойство; 3) выбор наиболее эффективных средств этого улучшения [Кирюшин, 2010; Шарков и др., 2010].

Современные тенденции агротехнологий ориентированы на поддержание и увеличение в почве запасов органического вещества. Поэтому воспроизводство органического вещества в почве является составной частью системы управления плодородием.

Обобщение результатов длительных полевых опытов на разных почвах показывает, что применение оптимальных доз минеральных и органических удобрений, обеспечивающих получение запланирован-

ных урожаев, а также минимализация обработки (безотвальная вспашка, мелкая и поверхностная обработка) способствуют незначительному увеличению гумуса, на 0,1–0,2 % С от массы почвы [Шарков и др., 2010].

Для более значительного повышения содержания гумуса в почве удобрения нужно применять в «мелиоративных» дозах, т. е. в количествах, превышающих в несколько раз потребности растений в элементах минерального питания. Известны опыты, в которых ежегодное и очень продолжительное применение по 60 т/га навоза способствовало увеличению содержания гумуса в почве с 0,8 до 3,1 %, т. е. почти в 4 раза [Цит. по: Шарков и др., 2010]. Однако целесообразность использования таких доз вряд ли разумна. Это экономически невыгодно из-за низкой транспортабельности и невысокой окупаемости их текущими урожаями; лучше удобрить несколько полей оптимальными дозами, чем одно поле – мелиоративной нормой. Специальное повышение содержания гумуса в почве необходимо в том случае, если это повышение служит эффективным средством улучшения свойств почвы, лимитирующих урожайность полевых культур. Например, оптимизировать сложение, структурное состояние, водные свойства почвы. Для землепользователя важен не сам гумус, а его способность обеспечить повышение урожайности за счет улучшения агрофизических свойств почвы.

Хорошо известно, что навоз обеспечивает прогрессивный рост урожаев, разрыхляет уплотненную почву, улучшая аэрацию и дренаж пахотного слоя, препятствует переуплотнению почвы при высыхании, способствует формированию структурных водопрочных агрегатов, обеспечивает растения элементами питания, в т. ч. микроэлементами. По данным Н.Г. Рудого (2010), внесение навоза повышает урожайность пшеницы на дерново-подзолистых почвах Красноярского края до 5,2 ц/га, на серых лесных – до 2,6, на черноземах – до 4,6 ц/га.

Дешевым источником органических удобрений является заплата соломы. Сжигание соломы не допустимо. Ее использование в крае может составлять 3,5 млн т, причем ресурсы соломы в Назаровском, Ужурском, Новоселовском, Шарыповском, Сухобузимском районах значительно выше, чем в других районах. Технология применения соломы проста и почти не требует затрат: специальными приспособ-

лениями к комбайнам она во время уборки измельчается и равномерно разбрасывается по полю, что увеличивает противоэрозионную устойчивость, влагообеспеченность почвы и способствует сохранению влаги за счет уменьшения испарения. При последующей запашке в пахотный слой увеличивается контакт взаимодействия солоmistых остатков с почвенными частицами, повышается микробиологическая активность почвы, что ускоряет их разложение, высвобождение питательных элементов в процессах разложения и новообразование подвижного гумуса, возмещающего его «сработанные» запасы. Чтобы исключить иммобилизацию азота (закрепление в недоступной форме) и ухудшение азотного питания растений, рекомендуется на каждую тонну соломы вносить около 5 кг/га азота.

Научной информации о действии соломы на урожайность растений в условиях региона немного. По данным В.М. Таскиной [Цит. по: Рудой, 2010], дозы 3 и 4 т/га вместе с 45 кг/га азота обеспечивают прирост зерна пшеницы на выщелоченном черноземе Красноярской лесостепи 1,9 и 4,9 ц/га, а второй пшеницы после пара – 4,2 и 4,9 ц/га. В.В. Лисунов утверждает [Цит. по: Рудой, 2010], что урожайность пшеницы на деградированном черноземе Красноярской лесостепи повышается, если солома заделывается поверхностно в паровом поле плоскорезами.

Изменяются ли агрофизические свойства и гумусное состояние почв при различном поступлении растительных остатков? По данным И.Н. Шаркова и др. (2010), использование почвы в зернопаровых севооборотах при различном поступлении растительных остатков не оказывает существенного влияния на показатели плотности, общей порозности и агрегатного состава чернозема (табл. 24). Они сохраняются в рамках оптимальных значений. Содержание гумуса в почве между вариантами почти не изменяется, несмотря на 3-кратное различие в поступлении соломы. Содержание легкоминерализуемой фракции ОВ (детрита и подвижного гумуса) закономерно возрастало с увеличением поступления в почву растительных остатков. Причем, новообразованных гумусовых веществ вполне хватает для поддержания общего гумуса на достаточно стабильном уровне.

Таблица 24 – Влияние различий в использовании чернозема выщелоченного на гумусное и агрофизическое состояние (окончание 2-й ротации севооборотов: пар – пшеница – пшеница) [Шарков и др., 2010]

Вариант использования почвы	Среднегодовой приход растительных остатков в почву, кг С/га	Гумус, % С	Подвижный гумус, мг С/кг	Детрит, мг С/кг	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Порозность, %	Агрегаты > 0,25 мм, % (сухое/мокрое)
Чистый пар, удаление соломы	1190	3,63	3030	465	1,06	59	84/58
Чистый пар, оставление соломы	2070	3,70	4000	825	1,05	60	82/55
Занятый пар, оставление соломы	2850	3,73	4350	1040	1,07	59	82/59
Сидератный пар, оставление соломы	3520	3,85	3890	1230	1,05	60	77 / 56
НСР <sub>05</sub>	570	0,34	480	145	-	-	-

Зеленые удобрения (сидерация) в сложившихся организационно-экономических условиях доступны и выгодны в хозяйствах любого вида собственности. Современные знания о различной роли инертного гумуса и легкоминерализуемого органического вещества в питании растений позволяют определить особое значение сидератных удобрений в интенсификации и экологизации агротехнологий.

Многолетние исследования [Чупрова, 1997] обосновали целесообразность применения зеленых удобрений на черноземах Красноярского края, прежде всего, как приема управления почвенным плодородием. В качестве сидератных культур изучались озимая рожь и донник. Сидератной массы поступает в почву значительно больше,

чем растительных остатков (и соломы) зерновых культур (табл. 25). Донниковый сидерат по сравнению с ржаным отличается высоким содержанием азотсодержащих соединений и узким отношением С:N. Вся масса донникового сидерата разлагается за 308 дней, причем 80 % этой массы разлагается в течение двух летних месяцев. Растительная масса отавно-донникового сидерата разлагается полностью за 281 день, при этом более половины подвергается распаду за 35 дней летнего сезона. Заметный распад ржаного сидерата начинается только через 1,5 месяца после заделки. За летний период разлагается около 40 % поступившей растительной массы, остальная часть минерализуется в осенне-весенний период.

Таблица 25 – Поступление растительного вещества и азота в его составе с сидератами [Чупрова, 1997]

Сидерат	Надземная масса		Корни в слое 0–20 см		Общая масса	
	ц/га	N, кг/га	ц/га	N, кг/га	ц/га	N, кг/га
Озимая рожь	31,2	71,4	26,0	28,1	57,2	99,5
Донник	92,6	368,5	24,0	33,4	116,6	401,9
Отава донника	30,7	97,0	25,0	34,7	55,7	131,7

Вероятность гумификации растительных остатков зависит от количества, химического состава и длительности их пребывания в почве. Минимальные поступления растительных остатков в зернопаровом без удобрений звене севооборота не обеспечивают прибыль гумусовых веществ за счет гумификации (табл. 26). Минерализационные потери растительных остатков здесь больше, чем минерализация гумуса. Данная стадия минерализации является естественным процессом функционирования гумуса в почвах таких агроценозов и не вызывает его деградацию. Деградация гумуса возникает при длительном дефиците в почве свежих растительных остатков и когда исчерпываются запасы детрита и подвижного гумуса.

Количественные оценки гумификации в зернотравяном и зернопаровых с сидератным паром звеньях севооборотов значительно выше, чем при трансформации навоза. Обогащенность фитомассы озимой ржи трудногидролизруемыми соединениями (целлюлозой), широкое отношение С:N и существенное «запоздание» процесса разложе-

ния создают хорошие предпосылки для образования гумусовых веществ. Поэтому при выборе сидератной культуры не нужно ограничиваться бобовыми растениями.

Исследования показали, что интенсивность закрепления азота в почве при заашке донникового сидерата увеличивается в 4–6 раз по сравнению с заашкой отавного или ржаного сидератов. Положительный баланс гумуса (по С) и азота устанавливается при заашке в почву 8 т/га пожнивно-корневых остатков люцерны и 12 т/га фитомассы донникового сидерата.

По данным А.М. Берзина, установлено устойчивое последствие сидератного пара на урожайность второй пшеницы после пара. Прирост составляет 1,9 ц/га. Наиболее эффективна, в т. ч. и для накопления почвенной влаги, мелкая (14–16 см) и поздняя (не ранее конца августа) заделка сидерата.

Таблица 26 – Количественные оценки минерализации и гумификации растительных остатков, навоза и сидератов в севооборотных звеньях, т С/га [Чупрова, 1997]

Процесс	Зернотра- вяное	Зернопаровые				
		без удоб- рений	навоз, 30 т/га	с заашкой сидератов		
				озимой ржи	донника	отавы донника
Поступило в почву: с навозом и сидератом	0	0	2,78	2,32	4,55	2,15
с растительны- ми остатками	6,37	2,78	3,35	2,77	2,71	3,11
общее	6,37	2,78	6,13	5,09	7,26	5,26
Освобождено в процессах разложения: общее	5,56	1,98	5,90	5,05	6,55	4,46
за счет мине- рализации	1,86	1,98	4,00	0,95	2,45	1,86
за счет гуми- фикации	3,70	0	1,90	4,10	4,10	2,60
Минерализо- вано гумуса	0	0,50	0	0	0	0

Важная роль в управлении плодородием почвы принадлежит удобрениям, созданным на основе древесной коры с минеральными (вермикулит, цеолит) и органическими (птичий помет, торф, сапропель) добавками. По исследованиям О.А. Ульяновой (2014), биоконверсия осиновой коры с естественной ассоциацией микроорганизмов и различными добавками позволяет получать удобрительные композиции с содержанием 9–12 % гумусовых веществ, сосновой коры – 9–10, еловой коры – 4–7, лиственничной коры – около 3 % от абсолютно сухой массы исходного органического материала. Внесение в темно-серую почву коропометной (КПК), коропометновермикулитовой (КПВК) или короминеральновермикулитовой (КМВК) композиции в дозе 20 т/га способствует сохранению запасов гумуса и увеличению содержания его подвижных соединений на статистически значимую величину (табл. 27).

Таблица 27 – Влияние удобрительных композиций на содержание гумуса и его подвижных соединений в темно-серой лесной почве [Ульянова, 2014]

Вариант опыта	Гумус, % С	Подвижный гумус	
		мг С/100 г	С <sub>гк</sub> : С <sub>фк</sub>
Контроль	2,73	405	0,9
КПК, 20 т/га	2,89	440	1,2
КПВК, 20 т/га	2,89	512	1,4
КМВК, 20 т/га	2,74	504	1,0
НСР <sub>05</sub>	0,70	84	-

Исследования последних лет показали возможность использования отходов производства птицефабрик при выращивании яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 [Ульянова, Кураченко, Чупрова, 2010]. Применение вермикомпоста и птичьего помета в почву способствовало сохранению содержания гумуса, увеличивая количество легкоминерализуемого органического вещества, повышению нитратного азота и обменного калия, улучшению основных показателей физического состояния чернозема выщелоченного. Разуплотняющее действие и агрегирующая эффективность проявились в год внесения, что обеспечивало отличное структурное состояние почвы в течение двух вегетационных сезонов. Окупаемость зерном обеспечивается от

внесенного в любом количестве птичьего помета и вермикомпоста (табл. 28).

Таблица 28 – Влияние удобрений на урожайность яровой пшеницы Новосибирская 15 (по данным О.А. Ульяновой и Н.Л. Кураченко, 2007–2008 гг.)

Вариант опыта	Зерно, т/га	Прибавка зерна, т/га	Окупаемость зерном, кг
Контроль	1,8	-	-
N52P20	2,2	0,4	5,6
N26P10	2,1	0,3	8,3
КПК экв. N52	2,4	0,6	11,5
N26P10 + КПК экв. N26	2,5	0,7	11,3
НСП <sub>05</sub>	0,4	-	-

Приведенный материал позволяет заключить, что в сохранении почвенного плодородия возрастает роль местных ресурсов: применение навоза и компостов, подготовленных на основе отходов, возделывание сидератных культур, обязательное запахивание в почву соломы и пожнивных остатков, расширение в структуре севооборотов многолетних и однолетних трав.

Эффективность минеральных удобрений в условиях Красноярского края зависит от почвенного плодородия, влагообеспеченности, биологических особенностей сельскохозяйственной культуры, типа севооборота, уровня культуры земледелия в хозяйстве, сложившихся на рынке цен на удобрения и сельскохозяйственную продукцию [Сорокина, 2015]. В настоящее время земледелие края выходит на компенсационный уровень применения минеральных удобрений (30 кг д.в./га посева в 2011 г.), что значительно больше, чем в других регионах Сибирского федерального округа (например Алтайский край, Новосибирская и Омская области). В среднем по Красноярскому краю 1 кг NPK обеспечивает прибавку урожая зерновых культур, равную 1,5–2,0 кг з.е д.; пропашных – 3,0–3,5; картофеля – около 5 кг з. ед.

*Материалы и оборудование:* монолиты и микромонолиты почв, коллекции морфологических признаков почв, почвенные образцы, таблицы-задания.

### Задание

1. Выделите в профиле почвенного монолита генетические горизонты и опишите каждый горизонт по морфологическим признакам. Определите классификационное наименование этой почвы.

2. По данным таблицы-задания:

а) дайте характеристику химических и физико-химических свойств почвы;

б) выделите профилеобразующие процессы и их диагностические признаки;

в) определите тип и подтип почвы;

г) оцените плодородие почвы.

Варианты заданий:

#### Вариант 1 [Бугаков, Чупрова, 1995]

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	Нr	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl					
A	0–15	5,90	6,2	5,5	21,4	4,2	25,6	4,2	47
A1A2	17–27	2,48	6,4	5,4	10,1	4,3	14,4	3,5	62
A2B	24–34	1,40	6,5	5,4	11,5	4,1	15,6	4,2	65
B	39–49	0,83	6,4	5,5	-	-	-	-	64

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl				
A	0–10	9,9	6,5	5,9	50,0	6,5	56,5	57
A	10–20	9,5	6,5	5,8	50,0	7,2	57,2	58
AB	30–40	4,1	6,3	5,4	30,1	5,0	35,1	57
B	40–50	1,4	6,3	5,4	26,2	5,4	31,6	55
Bк	70–80	1,2	7,4	-	-	-	-	48
C	140–150	-	7,7	-	-	-	-	64

*Вариант 2 [Бугаков, Чупрова, 1995]*

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	Hr	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl					
A1	2–12	4,03	5,6	5,2	18,2	3,5	21,7	3,4	50
A1A2	20–30	2,51	4,6	4,2	10,6	2,6	13,2	2,2	50
A2B	40–50	0,79	4,9	4,3	13,4	3,1	16,5	2,3	48
Bg	60–69	-	5,0	4,5	-	-	-	-	52

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	< 0,01 мм, %
				мг-экв/100 г почвы			
A	0–19	4,74	7,2	20,0	5,7	25,7	45
AB	30–40	1,53	7,6	13,4	4,5	17,9	49
Bк	58–68	-	7,7	-	-	-	52
Ск	93–103	-	7,8	-	-	-	54

*Вариант 3 [Крупкин, 1991]*

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	Hr	< 0,01 мм, %
			H <sub>2</sub> O	KCl					
A	0–20	9,6	6,8	6,2	42,0	13,5	55,5	4,4	69
AB	35–45	7,7	6,8	5,6	40,0	5,5	45,5	3,5	51
B	60–70	3,7	6,7	5,9	25,5	4,7	30,2	2,8	45
C	120–130	0,9	6,8	6,0	-	-	-	-	45

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	< 0,01 мм, %
				мг-экв/100 г почвы			
A	0–20	7,7	7,1	30,1	14,1	44,2	54
AB	20–30	4,1	7,2	29,0	10,4	39,4	59
Bк	50–60	1,6	7,3	27,0	7,2	34,2	59
Ск	100–110	1,2	7,5	-	-	-	58

*Вариант 4 [Крупкин, 1991]*

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH H <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	< 0,01 мм, %
				мг-экв/100 г почвы			
A <sub>пах</sub>	0–25	8,5	6,5	30	12	42	49
AB	25–45	5,1	6,5	25	11	36	55
B	60–70	1,1	6,5	20	10	30	59
C <sub>к</sub>	100–110	1,0	7,5	20	8	28	55

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	Hr	< 0,01 мм, %
				МГ-ЭКВ/100 Г ПОЧВЫ				
A <sub>пах</sub>	0–20	4,5	4,8	18,7	3,9	22,6	5,3	52
A1A2	26–36	3,5	4,6	18,5	4,3	22,8	5,4	48
A2B	40–50	1,3	4,5	17,3	4,6	21,9	4,2	47
B1	65–75	1,0	4,3	23,6	6,3	29,9	4,6	59
B2	90–100	0,7	4,6	25,2	5,4	30,6	3,1	62
BC	110–120	0,7	6,8	26,4	4,0	30,4	0,5	58

*Вариант 5 [Кураченко, 2013]*

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма
			H <sub>2</sub> O	KCl	ММОЛЬ/100 Г ПОЧВЫ		
PU	0–10	9,1	6,6	6,0	38,8	7,3	46,1
PU	10–20	9,1	6,5	6,0	37,5	6,7	44,2
PU	20–30	3,9	6,6	6,1	36,0	5,9	41,9
AU	30–40	2,9	6,7	6,0	17,3	4,5	21,8
B1	40–50	2,3	6,9	5,9	16,8	4,1	20,9
B2	50–60	1,1	7,2	-	-	-	-
B3	60–70	1,0	7,2	-	-	-	-

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма
			H <sub>2</sub> O	KCl	ММОЛЬ/100 Г ПОЧВЫ		
P	0–10	4,4	6,7	5,6	21,6	5,8	27,4
P	10–20	4,2	6,7	5,7	21,0	5,7	26,7
AEL	20–30	4,1	6,6	5,0	22,7	6,0	28,7
AEL	30–40	3,0	6,3	5,2	23,8	6,4	30,2
BEL	40–50	1,5	5,9	5,1	24,0	6,2	30,2
BT	50–60	1,0	6,5	5,0	25,5	6,2	31,7
BT	60–70	0,8	6,5	5,6	25,5	6,2	31,7

*Вариант 6 [Ульянова, 2014]*

Глубина, см	Гумус, %	Обменные катионы, МГ-ЭКВ/100 Г ПОЧВЫ	pH H <sub>2</sub> O	%	
				< 0,001 мм	< 0,01 мм
0–10	6,99	56,6	7,2	11,8	31,3
10–20	6,70	56,4	7,2	13,4	32,6
20–30	6,68	54,5	7,2	17,3	35,4
30–46	1,80	-	8,1	19,5	38,7

Глубина, см	Гумус, %	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы	рН		%	
			H <sub>2</sub> O	KCl	< 0,001 мм	< 0,01 мм
0–10	3,5	22,8	6,8	5,1	30,3	43,8
10–20	1,6	24,4	6,7	5,1	30,5	43,5
20–30	0,8	26,8	6,6	5,0	30,6	43,2
30–40	0,3	27,2	6,4	5,0	30,7	42,9
40–50	0,4	28,4	6,8	4,9	30,8	42,6
50–60	0,1	-	6,8	5,3	31,7	44,0
60–70	0,1	-	6,8	5,4	32,6	45,4

*Вариант 7 [Корсунов, Ведрова, 1982]*

Глубина, см	Гумус	N	рН		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма
	%		H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г		
<i>Разрез 30BK</i>							
0–10	6,81	0,32	6,4	5,9	37,8	7,4	46,2
15–25	6,45	0,34	6,5	5,8	37,6	4,1	41,7
36–46	4,60	0,25	6,6	5,5	28,1	3,7	31,8
50–60	1,83	0,11	6,6	5,5	27,9	3,5	31,4
70–80	0,76	0,07	6,5	6,0	26,2	2,5	28,7
90–100	0,57	0,04	6,7	5,7	26,3	2,4	28,7
<i>Разрез 13KB</i>							
0–10	13,03	0,69	6,3	5,6	45,9	8,0	53,9
10–20	12,03	0,59	6,5	5,7	47,5	7,0	54,5
20–30	8,39	0,44	6,6	5,7	40,5	9,7	50,2
40–50	3,88	0,23	6,8	5,4	29,8	5,9	35,7
50–60	2,84	0,16	6,1	5,3	24,6	4,4	29,0
60–70	1,19	0,13	6,2	5,2	22,7	4,4	27,1
70–80	1,03	0,12	6,3	5,3	24,3	4,0	28,3
90–100	0,83	0,08	6,6	5,7	25,0	4,3	29,3

Вариант 8

Глубина, см	Гумус	N	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма
	%		H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г		
0–10	9,52	0,51	6,0	5,4	41,2	7,6	48,8
10–20	9,05	0,45	6,0	5,4	41,0	7,7	48,7
20–30	8,65	0,42	6,0	5,4	41,0	6,8	47,8
30–40	6,96	0,36	6,6	5,5	35,5	4,9	40,4
40–50	6,08	0,32	6,6	5,5	35,1	4,5	39,6
50–60	4,05	0,23	7,0	-	-	-	-
60–70	3,67	0,22	7,1	-	-	-	-
70–80	2,67	0,18	7,2	-	-	-	-
80–90	1,23	0,15	7,4	-	-	-	-
90–100	0,87	0,09	7,4	-	-	-	-

Глубина, см	Гумус	N	pH		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма
	%		H <sub>2</sub> O	KCl	мг-экв/100 г		
0–10	3,85	0,25	4,6	3,9	25,1	4,7	29,8
10–20	3,07	0,22	4,5	3,9	25,0	4,7	29,7
20–30	2,21	0,18	4,6	3,9	25,0	4,5	29,5
30–40	1,56	0,15	4,3	3,7	21,5	4,2	25,7
40–50	2,35	0,22	4,3	3,7	26,0	4,7	30,7
50–60	2,67	0,25	4,1	3,5	26,2	4,7	30,9
60–70	0,89	0,07	5,0	4,0	12,0	2,8	14,8
70–80	0,65	0,07	5,0	4,0	-	-	-
80–90	0,06	0,07	5,1	4,0	-	-	-
90–100	0,06	0,07	5,5	4,3	-	-	-

Вариант 9 [Корсунов, Ведрова, 1982]

Глубина, см	1,0– 0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005– 0,001	< 0,001	< 0,01
	%						
3–7	12,1	17,8	31,4	8,6	10,5	16,4	35,5
7–17	13,4	7,7	36,0	9,0	11,8	19,2	40,0
18–28	12,0	12,3	33,6	9,6	10,9	19,4	39,9
35–45	14,4	10,5	34,3	10,2	9,9	18,4	38,5
50–60	18,1	11,7	33,6	8,5	8,9	17,0	34,4
70–80	13,2	14,1	27,2	7,6	8,2	28,4	44,2
90–100	12,3	17,0	26,8	5,3	5,6	30,3	41,2
140–150	20,0	11,2	27,3	4,8	7,4	27,0	39,2
185–195	28,1	15,8	15,3	9,2	4,9	22,0	36,1

Глубина, см	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	%						
3–7	83,79	3,24	13,94	2,18	1,23	6,2	42
7–17	78,24	3,22	13,43	1,62	1,15	5,7	38
18–28	77,93	3,37	13,93	1,51	1,27	5,7	38
35–45	79,79	3,49	13,93	1,39	1,24	5,7	38
50–60	75,53	3,38	13,71	1,55	1,27	5,4	36
70–80	76,29	4,29	15,91	1,52	1,34	4,2	35
90–100	75,35	4,46	15,91	1,53	1,27	4,1	25
110–120	73,52	4,99	16,21	1,62	1,43	3,6	23
185–195	78,70	3,39	13,26	2,16	1,23	6,2	38

*Вариант 10 [Ведрова, 1980]*

Глубина, см	Гумус	N	pH	S,	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
	%		KCL	МГ-ЭКВ /100 Г	%				
0–5	15,82	0,502	5,08	41,1	71,4	5,2	14,7	3,8	2,0
5–10	10,17	0,412	5,15	34,1	71,7	4,8	14,1	3,5	1,9
10–15	8,47	0,333	5,22	31,2	71,7	5,0	14,1	3,4	2,0
15–20	6,68	0,261	5,20	29,3	72,8	4,7	14,3	3,2	1,8
20–25	5,45	0,230	5,31	25,7	70,9	4,7	14,2	3,3	1,8
25–30	4,25	0,180	5,23	22,8	71,7	4,6	14,2	3,3	2,0
30–35	3,58	0,146	5,30	18,8	70,4	4,6	14,5	3,4	2,1
35–40	2,40	0,108	5,26	16,4	70,9	4,6	14,2	3,2	1,9
40–45	1,90	0,087	5,12	14,7	73,5	4,8	14,1	3,2	2,0
45–50	1,44	0,065	5,30	14,1	70,5	4,8	14,3	2,9	2,0
50–55	1,06	0,048	5,22	11,1	77,6	5,0	14,4	3,1	2,1
55–60	0,59	0,029	5,22	10,0	72,0	5,2	14,2	2,9	2,2
60–65	0,49	0,031	5,45	8,8	70,8	4,8	14,4	3,1	2,2
65–70	0,49	0,028	5,31	7,2	70,8	4,6	14,5	3,2	2,3
70–75	0,38	–	5,40	6,1	72,6	4,3	13,9	3,3	2,1
75–80	0,25	–	–	4,5	75,2	3,6	13,8	3,1	1,7

Глубина, см	1–0,25	0,25–0,05	0,05– 0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	< 0,01
	%						
0–5	3,6	30,9	24,9	6,8	7,8	23,9	59,4
5–10	5,2	36,9	20,7	4,8	8,2	23,1	62,8
15–20	6,8	41,8	15,0	7,3	5,9	21,8	63,6
25–30	7,2	46,7	11,2	9,4	5,7	18,6	65,1
35–40	10,0	45,8	18,1	3,0	5,3	17,0	73,9
45–50	7,2	51,0	16,3	2,5	6,0	16,3	74,5
55–60	9,2	52,3	19,9	2,5	5,3	10,1	81,4
60–65	11,7	48,4	21,2	3,0	5,2	10,2	81,3
65–70	13,9	56,3	15,7	2,2	3,3	8,2	85,9
70–75	10,4	59,4	16,2	2,4	3,3	7,8	86,0
75–80	14,1	72,1	5,9	1,0	1,8	4,7	92,1

*Вариант 11 [Сорокина, 2008]*

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH		Hr ммоль/100 г	S	V, %
			H <sub>2</sub> O	KCl			
<i>Разрез 17</i>							
AY	5–15	3,99	6,4	5,3	1,3	21,5	94
BEL	24–35	1,18	6,2	5,3	1,1	19,3	94
BT	45–55	1,01	6,2	5,2	1,2	16,0	93
	65–75	0,80	6,3	4,7	1,3	13,1	91
BCca	85–95	1,05	6,5	4,8	0,8	12,5	94
<i>Разрез 15</i>							
P	3–15	3,86	6,3	5,2	1,6	22,0	93
BEL	25–35	3,95	6,5	5,3	1,3	22,0	94
BT	50–60	0,84	6,5	5,3	1,7	16,0	91
	70–80	0,84	6,6	5,0	0,9	19,0	96
BCca	80–90	1,16	6,2	4,9	1,8	18,9	92

*Вариант 12 [Воробьева, 2013]*

Горизонт	Глубина, см	pH	C	N	C:N	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	CaCO <sub>3</sub> , %
			%			мг-экв/100 г почвы			
Ак	0–19	8,3	3,19	0,53	5,98	18,1	6,5	24,6	7,48
Вк	19–28	8,4	2,84	0,43	6,00	18,1	5,5	23,6	9,68
ВСК	28–65	8,8	0,97	0,14	6,92	21,2	5,3	26,5	10,56
A	0–7	6,9	4,23	0,69	6,20	41,0	7,7	48,7	-
A	7–21	7,1	4,17	0,64	6,50	36,4	9,1	45,5	-
AB	21–47	7,2	3,53	0,51	6,85	34,3	6,3	40,6	-
B	47–75	7,8	3,13	0,44	7,00	24,7	6,7	31,4	-
Ск	75–112	8,4	0,40	0,06	5,98	13,2	3,2	16,4	6,38

*Вариант 13 [Сорокина, 2008]*

О (0–1 см). Подстилка сильной степени разложения, в пространстве очень неоднородная, встречаются участки почвы без подстилки. Состоит из опада хвои сосны, листьев березы, небольших веточек, травы.

АУ (1–13 см). Темно-серый с буроватым оттенком, неоднородный по цвету, при подсыхании белесый. Свежий. Структура неясно ореховато-зернистая. Уплотнен, тонкосильнопористый. Кремнеземистая присыпка, встречаются железисто-марганцевые конкреции. Много корней, редко галька. Легкая глина. Переход постепенный по цвету.

ВЕЛ (13–28 см). Бурый, очень неоднородный из-за гумусовых пятен и затеков. Увлажнен. Зернисто-ореховатая структура. Более плотный, тонкопористый. Кремнеземистая присыпка, охристые пятна, слабый глянец по граням структурных отдельностей. Корни, червоточины, ходы корней, заполненные перегнившим материалом. Редко галька. Глина легкая. Переход постепенный.

ВТ (28–73 см). Сизовато-бурый, неоднородно окрашенный, комковато-ореховатый. Очень плотный, сильнопористый, поры крупные. Отчетливые органо-минеральные пленки по граням педов. Охристые железистые пятна. Корни редко. Глина легкая. Переход постепенный.

ВСса (73–95 см). Бурый с сизоватым оттенком. Структура неясно выраженная, местами слабоореховатая. Плотный, пористый. Местами глянец по граням педов. Охристые пятна, железисто-марганцевые крапины и мазки, пятна закисного железа. Единично корни. Глина легкая. Переход постепенный.

Сса (95 см и ниже). Коричнево-бурый. Плотный. Глина легкая. Бесструктурный, заметна плитовидность и слоистость. Охристые пятна. Редко галька. Встечаются опесчаненные участки пород. Вскипает от HCl, карбонаты в форме псевдомицелия.

*[Воробьева, 2013]*

Горизонт	Глубина, см	рН	С	N	C:N	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма	CaCO <sub>3</sub> , %
			%			мг-экв/100 г			
Апах	0–22	6,4	3,90	0,69	6,05	26,6	4,7	31,3	-
АВ	22–34	7,2	1,40	0,22	6,20	27,7	12,9	40,6	-
В	34–50	7,1	1,00	0,16	6,25	31,2	13,1	44,3	-

*Вариант 14 [Сорокина, 2008]*

Р (0–26 см). Темно-серый. Свежий. Плотный, тонкопористый, тонкотрещиноватый. Кремнеземистая присыпка. Гумусовые вещества. Легкая глина. Корней умеренно. Включения щебня. Комковато-зернистая структура. Переход резкий по границе вспашки.

ВЕL (26–34 см). Буро-коричневый. Свежий. Плотный, тонкопористый, тонкотрещиноватый. Ореховатая структура. Гумусовые вещества, кремнеземистая присыпка. Корней мало. Тяжелосуглинистый. Переход постепенный.

ВТ (34–90 см). Коричнево-бурый. Плотнее вышележащего. Пористый, тонкотрещиноватый. Ореховатая структура. Включения щебня. Единично корни. Иллювиальные пленки по граням структурных отдельностей. Глинистый. Переход постепенный.

ВСса (90–105 см). Коричнево-бурый. Плотный, пористый, тонкотрещиноватый. Ореховатый. Глянец полутораоксидов по граням педов. Корни единично. Глинистый. Переход постепенный.

Сса (105 см и ниже). Коричнево-бурая глина. Плотная. Слоеватая. Карбонаты в форме псевдомицелия в нижней части горизонта.

*[Крупкин, 1991]*

Горизонт	Валовые, %			C:N	S, мг-экв/100 г	pH KCl	%	
	Гумус	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				< 0,01	< 0,001
A <sub>пах</sub>	9,6	0,47	0,29	12,0	41	6,2	47	69
AB	3,7	0,23	0,19	9,5	31	5,6	58	31
B	0,9	0,09	0,13	6,7	30	5,9	62	34
C <sub>к</sub>	0,9	0,08	0,10	6,1	26	7,4	53	24

*Вариант 15 [Кураченко, 2013]*

A (0–5 см). Дернина.

A (5–85 см). Черный, одноокрашенный, свежий, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый, много живых корней с поверхности, в нижней части горизонта – умеренно. Червоточины. Дресва. Переход постепенный.

AB (85–105 см). Черный с буроватым оттенком, зернистый, тяжелосуглинистый, более плотный, тонкопористый, тонкотрещиноватый, редко корни, дресва, переход постепенный.

Вк (105–125 см). Желто-бурый, свежий, глинистый, структура слабо выражена – ореховато-зернистая, плотный, редко корни, переход ясный по границе вскипания.

Ск (125 см и глубже). Желто-бурая карбонатная глина с ржаво-сизыми пятнами.

[Крупкин, 1991]

Горизонт	Валовые, %			C:N	S, мг-экв/100 г	pH KCl	%	
	Гумус	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				< 0,01	< 0,001
A <sub>пах</sub>	8,5	0,43	0,27	11,6	42	6,5	49	22
AB	5,1	0,27	0,21	10,5	36	6,3	55	29
B	1,1	0,9	0,13	6,9	30	6,5	59	32
C <sub>к</sub>	1,0	0,09	0,12	6,7	28	7,5	55	21

### Контрольные вопросы

1. Границы суббореального пояса.
2. Почвенно-климатические области и почвенно-географические зоны в суббореальном поясе.
3. Характеристика климата в суббореальном поясе.
4. Тип водного режима в лесостепи суббореального пояса.
5. Характеристика рельефа в суббореальном поясе.
6. Почвообразующие породы в суббореальном поясе.
7. Растительность в лесостепи и степи суббореального пояса.
8. Почвы в центральной лесостепной и степной области суббореального пояса.
9. Напишите генетический профиль серой лесной почвы.
10. Новообразования в горизонте A1 (AU, AY или P) лесной почвы.
11. Новообразования в горизонте A1A2 и A2B (FTL, BEL) серой лесной почвы.
12. Агрегатный состав и новообразования в горизонте B (BT) серой лесной почвы.
13. Гранулометрический и химический состав серых почв.
14. Элементарные (профилеобразующие) процессы в серых почвах суббореального пояса.
15. Типы и подтипы черноземов в суббореальном поясе.

16. Черноземы суббореального пояса по [Классификация и диагностика ..., 2004].
17. Напишите генетические профили разных черноземов.
18. Новообразования в профиле разных черноземов.
19. Отличительные признаки черноземного почвообразования в суббореальном поясе Красноярского края.
20. Профилеобразующие процессы в черноземах.
21. Гранулометрический и химический состав разных черноземов.
22. Дайте оценку плодородия черноземов Красноярского края.
23. Как используются черноземы в Красноярском крае и какова их биологическая продуктивность?
24. Понятие и принципы управления плодородием почвы.
25. Назовите и обоснуйте мероприятия по сохранению плодородия почв.

### ***Лабораторная работа № 9. Агроэкологическая оценка плодородия почв***

#### *Конспект теории*

Агроэкологическая оценка почв – это комплексная агрономическая характеристика почвенного покрова. Она учитывает требования сельскохозяйственных растений к почвенно-агроэкологическим условиям. Почвенно-экологическими условиями являются такие факторы, как состав и свойства почв, геоморфологические (например, рельеф) и климатические особенности территории (в т. ч. отдельного поля). Эти факторы концентрируются в понятии «агроэкосистема». Различные сочетания почвенно-экологических условий определяют неодинаковую продуктивность агроэкосистем (пахотных полей).

Агроэкологическая оценка почв в настоящий период необходима для разработки агроэкологической оценки земель (полей) в целом. Она служит экологической основой адаптивно-ландшафтных (точных) систем земледелия, которые внедряются в сельскохозяйственных предприятиях Красноярского края.

По [Карманов, Булгаков, 2012], агроэкологическая оценка пахотных почв – это оценка продуктивности агроэкосистем по показателям:

- ✓ ПЭИ – почвенно-экологический индекс;
- ✓ ПАКИ – почвенно-агроклиматический индекс.

Методика определения ПЭИ и ПАКИ описана в учебном пособии [Чупрова, Бабиченко, 2013]. Для выполнения лабораторной работы используйте эту методику.

Как показали исследования [Чупрова, Жуков, 2016], основными признаками, лимитирующими плодородие агропочв Сухобузимского района Красноярского края, являются мощность гумусового горизонта, эродированность и неоднородность почвенного покрова (почвенная комплексность отдельных полей). Хозяйства в этом районе по величине средневзвешенного ПЭИ для всего почвенного покрова пашни располагаются в следующий убывающий ряд: Таежный (45,6) > Маяк (43,3) > Миндерлинское (40,6) > Шилинское (38,4).

*Материалы и оборудование:* учебное пособие [Чупрова, Бабиченко, 2013], персональный компьютер, карточки-задания.

### *Задание*

1. Изучите методику определения почвенно-экологического индекса.
2. Изучите свойства почв по данным таблицы-задания.
3. По данным таблицы-задания рассчитайте:
  - климатический индекс;
  - агрохимический индекс;
  - почвенный индекс;
  - итоговый почвенно-экологический индекс (ПЭИ) каждой почвы.
4. Определите средневзвешенное значение ПЭИ для землепользования.
5. Оцените плодородие почв землепользования.
6. Опишите выводы и дайте предложения по рациональному использованию почв землепользования.

*Вариант 1*

АО «Зареченское» Тюхтетского района. Землепользование находится на широте 55,7° с. ш. Почвенный покров пахотного массива площадью 18 га представлен следующими почвами:

Почва	Площадь, га	рН	Гумус, %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Мощность А1, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
						мг/100 г	
Дерново-подзолистая слабоподзолистая среднедерновая супесчаная	5	4,7	4,2	1,30	20	17	20
Дерново-подзолистая сильноподзолистая слабодерновая супесчаная	5	4,4	3,3	1,30	15	12	18
Дерново-подзолистая слабоподзолистая среднедерновая среднесуглинистая	2	5,0	5,0	1,25	22	10	22
Дерново-подзолистая слабоподзолистая среднедерновая глинистая	1	5,5	5,2	1,30	21	12	24
Светло-серая оподзоленная супесчаная	2	4,8	2,8	1,28	20	27	38
Серая оподзоленная среднесуглинистая	3	5,4	4,8	1,20	24	12	18

## Вариант 2

Учхоз «Миндерлинское» Сухобузимского района. Землепользование находится на широте 55,6° с. ш.  
На поле площадью 32 га выделены следующие почвы:

Почва	Площадь, га	рН	Гумус, %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Мощность А1, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
						мг/100 г	
Чернозем обыкновенный мощный среднегумусный тяжелосуглини- стый	5	7,1	8,5	1,10	62	12	18
Чернозем обыкновенный маломощ- ный малогумусный тяжелосуглини- стый	10	7,5	5,5	1,18	22	32	11
Чернозем обыкновенный средне- мощный среднегумусный тяжело- суглинистый	5	7,0	7,9	1,12	51	32	21
Чернозем выщелоченный средне- мощный среднегумусный тяжело- суглинистый	2	6,2	8,5	1,12	55	12	17
Чернозем выщелоченный мало- мощный малогумусный глинистый	4	6,7	5,6	1,16	33	24	23
Лугово-черноземная выщелоченная мощная высокогумусная глинистая	6	6,2	9,6	1,18	72	32	11

### Вариант 3

АО «Балахтинское» Балахтинского района. Хозяйство расположено на широте 55,6° с. ш. На пахотном поле площадью 35 га выделены следующие почвы:

Почва	Площадь, га	рН	Гумус, %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Мощность А1, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,	K <sub>2</sub> O,
						мг/100 г	
Темно-серая слабоподзоленная среднемощная среднесуглини- стая	10	5,9	6,2	1,20	29	11	20
Темно-серая слабоподзоленная глееватая глинистая. Плотная, переувлажненная	15	5,1	6,5	1,35	30	38	19
Чернозем выщелоченный средне- мощный среднегумусный тяже- лосуглинистый	5	6,0	7,9	1,12	19	19	21
Чернозем оподзоленный мало- мощный среднегумусный гли- нистый	1	5,7	6,2	1,14	17	17	23
Чернозем оподзоленный глее- ватый маломощный среднегу- мусный глинистый смытый	1	5,4	6,5	1,20	11	11	20
Чернозем оподзоленный сред- немощный среднегумусный тя- желосуглинистый	3	5,9	8,2	1,00	25	25	17

### Вариант 4

АО «Казачинское» Казачинского района. Хозяйство расположено на широте 55,3° с.ш. Земельный участок площадью 115 га имеет почвы:

Почва	Площадь, га	рН	Гумус, %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Мощность А1, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
						мг/100 г	
Дерново-среднеподзолистая тяжело-суглинистая. Эродированная	10	5,3	5,4	1,15	20	9	12
Дерново-слабоподзолистая тяжело-суглинистая	20	6,0	6,5	1,14	23	11	20
Дерново-подзолистая глеевая тяжело-суглинистая. Переувлажненная	20	5,0	3,9	1,20	15	18	26
Луговая оподзоленная тяжелосуглинистая	50	6,8	6,5	1,19	77	14	20
Серая лесная маломощная тяжело-суглинистая	5	6,2	7,7	1,20	19	29	26
Серая лесная оподзоленная глеевая среднемощная глинистая	10	4,8	4,8	1,15	27	15	9

### Вариант 5

АО «Преображенское» Ачинского района расположено на 55,4° с. ш. На земельном участке площадью 167 га выделены следующие почвы:

116

Почва	Площадь, га	рН	Гумус, %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Мощность А, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
						мг/100 г	
Темно-серая оподзоленная средне- мощная глинистая	50	6,4	4,2	1,20	35	15	23
Серая оподзоленная глеевая сред- немощная глинистая	17	5,0	4,1	1,15	14	21	20
Чернозем оподзоленный маломощ- ный среднегумусный глинистый	25	6,5	8,1	0,98	25	25	16
Луговая оподзоленная глинистая	25	6,5	6,5	1,24	51	11	20
Болотная солончаковая легкосугли- нистая	40	8,5	1,4	1,20	10	8	11
Пойменная слоистая заболоченная глинистая	10	5,1	2,3	1,14	25	17	22

### Вариант 6

АО «Георгиевское» Канского района расположено на 55,6° с. ш. Пахотное поле площадью 98 га имеет следующие почвы:

Почва	Площадь, га	рН	Гумус, %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Мощность А1, см	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
						мг/100 г	
Темно-серая оподзоленная тяжело-суглинистая	20	5,6	6,0	1,21	22	16	22
Серая среднеоподзоленная легкоглинистая	20	5,6	5,0	1,16	18	15	12
Чернозем оподзоленный маломощный малогумусный тяжелосуглинистый	18	5,2	4,7	1,00	33	17	10
Лугово-черноземная среднemocная среднеглинистая переувлажненная	10	5,6	13,5	1,00	47	19	12
Чернозем выщелоченный среднemocный среднегумусный тяжелосуглинистый	10	5,9	7,7	1,12	52	8	11
Чернозем оподзоленный маломощный среднегумусный глинистый	20	6,5	8,1	1,13	25	25	16

## *Контрольные вопросы*

1. Определение понятия «агроэкологическая оценка почв».
2. Задачи агроэкологической оценки почв.
3. Показатели агроэкологической оценки почв.
4. Авторы методики расчета почвенно-экологического индекса.
5. Составляющие почвенно-экологического индекса.
6. Основные показатели для расчета климатического индекса.
7. Основные показатели для расчета агрохимического индекса.
8. Основные показатели для расчета почвенного индекса.
9. Значения (величины) почвенно-экологического индекса разных почв.
10. Закономерности распределения почвенно-экологического индекса в почвах Красноярского края.
11. Причины низких значений почвенно-экологического индекса в разных почвах.
12. Охарактеризуйте связи между урожайностью сельскохозяйственных культур и почвенно-экологическим индексом.
13. Почему почвенно-экологический индекс характеризует плодородие почв?
14. Дайте оценку плодородия почв по данным почвенно-экологического индекса, равного 65, 43 и 21 баллам.
15. Почвы, характеризующиеся наибольшими величинами почвенно-экологического индекса.
16. Определите зависимость почвенно-экологического индекса от содержания гумуса, мощности гумусового горизонта, гранулометрического состава и степени эродированности почвы.
17. Факторы, лимитирующие плодородие почв Красноярского края.
18. АгронOMICеские мероприятия для повышения плодородия почв в Красноярском крае.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные материалы имеют определенное теоретическое и прикладное значение. Они необходимы для совершенствования знаний о почвах и почвенном покрове огромной территории Средней Сибири в пределах Красноярского края, занимающей полярный, бореальный и суббореальный почвенно-климатические природные пояса. Сельскохозяйственные угодья здесь составляют всего 2 % от общей площади и распространяются в суббореальном почвенно-климатическом поясе. Ряд факторов, ограничивающих сельскохозяйственное использование земель, определяется специфическими особенностями почв и почвенного покрова.

Главными чертами почвообразования в полярном поясе являются: комплексность почвенного покрова, мерзлотные рельефообразующие процессы, низкая интенсивность почвенных биологических процессов и др. Почвообразование в бореальном почвенно-климатическом поясе определяется сочетанием довольно холодного влажного континентального климата с таежной растительностью, суглинисто-глинистыми почвообразующими породами, многолетней и сезонной мерзлотой. Особенностью пространственной организации почвенного покрова в суббореальном поясе является его комплексность, обусловленная влиянием мезо- и микрорельефа, характером почвообразующих пород, микроклиматом и гидротермическим режимом. На этой территории доминируют серые лесные почвы и черноземы, вовлеченные в сельскохозяйственное использование.

Рассмотренные материалы могут служить основой для разработки собственных исследований магистров и аспирантов, направленных на развитие теоретических и практических проблем почвоведения. Изучение научной информации и выполнение практических заданий, представленных в данном учебном пособии, целесообразно дополнить самостоятельной работой с многочисленными научными публикациями сотрудников кафедры почвоведения и агрохимии агроуниверситета.

Надеемся, что учебное пособие вызовет у магистров и аспирантов стремление к познанию особенностей почвообразования в нашем регионе, а в дальнейшем – к их совершенствованию.

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

**Альфегумусовая миграция** – процесс накопления железа и алюминия с кислыми гумусовыми веществами и их последующего выноса. Диагностируется по выраженному элювиально-иллювиальному профилю, в котором сформирован осветленный элювиальный горизонт и буро-коричневый иллювиально-альфегумусовый.

**Выщелачивание** – процесс выноса из почвы солей кальция и магния под действием нисходящего почвенного раствора. Диагностируется морфологическими признаками выщелачивания и проявляется в почвах на карбонатных породах.

**Гумусонакопление** – процесс аккумуляции гумуса в поверхностном горизонте почвы в результате минерализации и гумификации растительных остатков. Диагностируется по наличию темного гумусового горизонта комковатой или зернистой структуры.

**Дерновый процесс** – интенсивное гумусообразование и гумусонакопление под воздействием травянистой растительности. Диагностируется по наличию темного горизонта, состоящего главным образом из корневых остатков.

**Засоление** – процесс накопления водорастворимых солей в почвенном профиле. Диагностируется по наличию солевых новообразований.

**Криотурбации** – процессы механического передвижения почвенной массы во влажно-пластичном состоянии, обусловленные чередованием промерзания – оттаивания. Диагностируются по наличию криогенных горизонтов и изменению микро- и нанорельефа.

**Оглеение** – процесс преобразования минеральной массы в результате ее переувлажнения. Процесс сопровождается восстановлением в анаэробной среде Fe, Mn, S. Диагностируется по наличию голубых, сизых, зеленых, оливковых, серо-сизых пятен.

**Оглинивание** – иллювиальный процесс накопления вторичных (глинистых) минералов. Диагностируется по уплотнению, малой пористости, натечным глинистым пленкам.

**Окарбоначивание** – процесс накопления карбонатных солей кальция и магния. Диагностируется по наличию мучнистых или плотных карбонатных новообразований, которые вскипают при взаимодействии с раствором HCl.

**Оподзоливание** – процесс разрушения первичных и вторичных минералов под воздействием кислых растворов и выноса продуктов разрушения в нижние горизонты. Диагностируется по наличию осветленного элювиального горизонта слюватою структуры или бесструктурного с обильной кремнеземистой присыпкой, а также иллювиального горизонта плотного сложения, ореховатой или призматической структурой и натечными пленками органо-минеральных соединений.

**Подстилкообразование** – процесс формирования органогенного горизонта лесной подстилки. Диагностируется по наличию горизонта из растительных остатков лесной растительности.

**Торфонакопление** – процесс накопления растительных остатков в результате замедленного разложения в условиях избыточного увлажнения. Диагностируется по наличию торфяного горизонта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Азотный фонд песчаных подзолов после контролируемых выжиганий сосняков Средней Сибири / *И.Н. Безкоровайна* [и др.] // Почвоведение. – 2007. – № 4. – С. 1–9.

2. *Белоусов, А.А.* Влияние структурного состава почвы и агрохимикатов на содержание С-микробной биомассы // *А.А. Белоусов, Е.Н. Белоусова* // Вестн. Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2013. – № 2. – С. 25–31.

3. Большой практикум по почвоведению с основами геологии: учеб. пособие / *В.В. Чупрова* [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 375 с.

4. *Борисова, И.В.* Геохимические условия формирования почв в северо-таежной подзоне (Центральная Эвенкия, нижнее течение р. Кочечум) / *И.В. Борисова, И.Н. Безкоровайна* // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тез. докл. VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с междунар. участием науч. конф. (Белгород, 15–22 августа 2016 г.). Ч. 2 / отв. ред. *С.А. Шоба, И.Ю. Савин.* – М.; Белгород: Белгород, 2016. – С. 340–341.

5. *Бугаков, П.С.* Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края: учеб. пособие // *П.С. Бугаков, В.В. Чупрова*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 1995. – 176 с.

6. *Воробьева, И.Б.* Гумусное состояние черноземных почв Назаровской лесостепи (юг Средней Сибири) / *И.Б. Воробьева* // Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф. (24–26 сентября 2013 г.). – Ростов н/Д.: Изд-во Южного федер. ун-та. – С. 68–70.

7. Воспроизводство гумуса как составная часть системы управления плодородием почвы: метод. пособие / *И.Н. Шарков* [и др.]; Россельхозакадемия, ГНУ Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сельского хоз-ва. – Новосибирск, 2010. – 36 с.

8. Генетические особенности северной тайги Приенисейской Сибири / *Ю.Н. Краснощеков* [и др.] // Почвоведение. – 2001. – № 1. – С. 18–27.

9. *Ершов Ю.И.* Почвы Среднесибирского плоскогорья / *Ю.И. Ершов.* – Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. – 86 с.

10. *Ершов, Ю.И.* Закономерности почвообразования в пределах Среднесибирского плоскогорья / *Ю.И. Ершов* // Почвоведение. – 1995. – № 7. – С. 805–810.
11. *Ершов, Ю.И.* Основы теории почвообразования / *Ю.И. Ершов*. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 1999. – 384 с.
12. *Ершов, Ю.И.* Почвенно-географическое районирование Красноярского края / *Ю.И. Ершов* // География и природные ресурсы Красноярского края. – 1998. – № 2. – С. 110–118.
13. *Ершов, Ю.И.* Почвы и земельные ресурсы Красноярского края / *Ю.И. Ершов*. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2000. – 81 с.
14. *Ершов, Ю.И.* Теоретические проблемы лесного почвообразования / *Ю.И. Ершов*. – Новосибирск: Наука, 2015. – 319 с.
15. *Карманов, И.И.* Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра / *И.И. Карманов, Д.С. Булгаков*; Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 2012. – 122 с.
16. *Карпенко, Л.В.* Почвы плато Путорана в окрестностях озера Лама / *Л.В. Карпенко* // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 8. – С. 58–66.
17. *Кирюшин, В.И.* Агрономическое почвоведение / *В.И. Кирюшин*. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.
18. Классификация и диагностика почв России / *Л.Л. Шишов* [и др.] – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
19. Классификация и диагностика почв. – М.: Наука, 1977.
20. *Конюшков, Д.Е.* Структура почвенного покрова северо-восточной части Среднесибирского плоскогорья / *Д.Е. Конюшков* // Почвоведение. – 1992. – № 2. – С. 27–29.
21. *Корсунов, В.М.* Диагностика почвообразования в зональных лесных почвах / *В.М. Корсунов, Э.Ф. Ведрова*. – Новосибирск: Наука, 1982. – 160 с.
22. *Корсунов, В.М.* Почвенный покров таежных ландшафтов Сибири / *В.М. Корсунов, Э.Ф. Ведрова, Е.Н. Красеха*. – Новосибирск: Наука, 1988.
23. *Краснощеков, Ю.И.* Почвозащитная роль горных лесов бассейна озера Байкал / *Ю.И. Краснощеков*. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 22 с.
24. *Краснощеков, Ю.Н.* О генетической принадлежности почв псевдотаежных лиственничников Центрального Хантая / *Ю.Н. Краснощеков, А.А. Онучин, В.Н. Горбачев* // География и природные ресурсы. – 1993. – 32. – С. 159–163.

25. *Крупкин, П.И.* Природное районирование Красноярского края / *П.И. Крупкин, Г.П. Пахтаев, В.В. Топтыгин.* – Красноярск, 1993. – 30 с.
26. *Крупкин, П.И.* Черноземы Красноярского края / *П.И. Крупкин.* – Красноярск, 2002. – 331 с.
27. *Кураченко, Н.Л.* Агрофизическое состояние почв Красноярской лесостепи / *Н.Л. Кураченко;* Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 194 с.
28. *Левина, В.И.* Сезонная динамика влажности и химических свойств подзолистых, горно-подзолистых и горно-тундровых почв Мурманской области / *В.И. Левина* // Почвенные режимы на полярном Севере. – Л.: Наука, 1969. – С. 5–59.
29. Природные ресурсы Красноярского края: аналитический обзор. – Красноярск, 2001. – 218 с.
30. *Рудой, Н.Г.* Производительная способность почв Приенисейской Сибири / *Н.Г. Рудой;* Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 240 с.
31. *Семина, Е.В.* Черноземы Красноярской лесостепи и их провинциальные особенности / *Е.В. Семина, Ю.П. Вередченко* // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. – М., 1962. – С. 170–189.
32. *Соколов, И.А.* Грануземы – таежные недифференцированные почвы на суглинистых отложениях основного состава / *И.А. Соколов* // Мат-лы X Междунар. конгресса почвоведов. – М.: Наука, 1974. – Т. VI. – С. 28–30.
33. *Соколов, И.А.* Палевые почвы Среднесибирского плоскогорья / *И.А. Соколов* // Почвоведение. – 1986. – № 8. – С. 20–22.
34. *Соколов, И.А.* Почвы и почвенный покров северной циркумполярной области / *И.А. Соколов, Д.Е. Конюшков* // Почвоведение. – 1998. – № 11. – С. 23–32.
35. *Сорокина, О.А.* Агрогенная трансформация серых лесных почв / *О.А. Сорокина;* Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 176 с.
36. *Сорокина, О.А.* Состояние химизации земледелия на примере применения удобрений в Российской Федерации и Красноярском крае / *О.А. Сорокина* // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 9. – С. 9–17.
37. Состояние земельных ресурсов Красноярского края в показателях устойчивого землепользования / *В.В. Чупрова* [и др.] // Роль науки в развитии сельского хозяйства Приенисейской Сибири. – Красноярск: Гротеск, 2008. – С. 52–56.

38. *Титлянова, А.А.* Изменение биологического круговорота углерода в связи с различным использованием земель / *А.А. Титлянова, В.В. Чупрова* // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 211–219.

39. *Ульянова, О.А.* Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / *О.А. Ульянова, Н.Л. Кураченко, В.В. Чупрова* // Агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 12–21.

40. *Ульянова, О.А.* Трансформация удобрительных композиций в почвах Красноярской лесостепи / *О.А. Ульянова*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 228 с.

41. *Халицкий, В.* Почвы Сибири – растущий потенциал сельхозпроизводства ХХII века / *В. Халицкий, М. Коханьска* // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: сб. мат-лов V Междунар. науч. конф. (Томск, 7–11 сентября 2015 г.). – Томск, 2015. – С. 259–273.

42. *Чупрова, В.В.* Агроэкологическая оценка почв: учебное пособие / *В.В. Чупрова, Ю.В. Бабиченко*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 122 с.

43. *Чупрова, В.В.* Земельные ресурсы и эколого-географические условия почвообразования в Средней Сибири (Красноярский край): проблемная лекция / *В.В. Чупрова*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 32 с.

44. *Чупрова, В.В.* Минерализуемый пул органического вещества в агрочерноземах Средней Сибири / *Вестн. КрасГАУ.* – 2013. – № 9. – С. 83–90.

45. *Чупрова, В.В.* Оценка плодородия землепользований Красноярской лесостепи с неоднородным почвенным покровом / *В.В. Чупрова, З.С. Жуков* // Плодородие. – 2016. – № 2. – С. 34–37.

46. *Чупрова, В.В.* Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири / *В.В. Чупрова*; Краснояр. гос. ун-т, 1997. – 166 с.

47. *Шугалей, Л.С.* Антропогенез лесных почв юга Средней Сибири / *Л.С. Шугалей.* – Новосибирск: Наука, 1991. – 184 с.

48. *Bezkorovaynaya, I.* Dynamic of soil properties after forest fires in Boreal ecosystems of Central Siberia (Russia) / *I. Bezkorovaynaya* // *Flamma.* – 2015. – 6 (2). – P. 81–85.

49. *Tchebakova, N.* Evaluating the Agroclimatic Potential of Central Siberia Novel Methods for monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia / *N. Tchebakova, V. Chuprova, E. Parfenova.* – Cham: Springer International publishing Switzerland, 2016.

# ПОЧВЫ СИБИРИ

*Лабораторный практикум*

***Чупрова Валентина Владимировна***

*Редактор*

О.Ю. Потапова

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 24.01.2018. Формат 60×84/16. Бумага тип. № 1.

Печать - ризограф. Усл. печ. л. 8,0 п.л. Тираж 60 экз. Заказ № 15

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117

Почва = f (климат, породы, биота, рельеф) · t

*В.В. Докучаев*