

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

Н.Л. Кураченко

СВОЙСТВА И РЕЖИМЫ ПОЧВ

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 магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

Красноярск 2020

ББК 40я73

К 93

Рецензенты:

*В.Н. Романов, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник
Отдела агротехнологий КрасНИИСХ КНЦ ФИЦ СО РАН*

*С.В. Галанина, специалист-эксперт Отдела государственного земельного
надзора Управления Россельхознадзора по Красноярскому краю*

К 93 **Кураченко, Н.Л.**

Свойства и режимы почв: лаборатор. практикум / Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 108 с.

Изложены теоретические вопросы лабораторно-практических занятий по дисциплине «Свойства и режимы почв», даны задания к ним, показан характер выполнения работ и обсуждения полученных результатов. Приведены вопросы для подготовки к семинарам, задачи и упражнения. Включены вопросы для тестирования и подготовки к зачету.

Предназначено для студентов магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

© Кураченко Н.Л., 2020

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Лабораторная работа 1. Оценка агрофизических свойств почв	7
<i>Конспект теории</i>	7
<i>Карточки-задания</i>	25
Лабораторная работа 2. Химический состав почв по данным анализа	31
<i>Конспект теории</i>	31
<i>Задание 1</i>	39
<i>Карточки-задания</i>	40
<i>Задание 2</i>	60
<i>Карточки-задания</i>	60
Семинар 1. Состав, свойства и режимы почв таежно-лесной зоны	63
<i>Вопросы к семинару</i>	63
<i>Задачи и упражнения</i>	64
Семинар 2. Состав, свойства и режимы почв лесостепной и степной зоны	65
<i>Вопросы к семинару</i>	65
<i>Задачи и упражнения</i>	66
Семинар 3. Состав, свойства и режимы почв сухостепной зоны	67
<i>Вопросы к семинару</i>	67
<i>Задачи и упражнения</i>	68
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	70
Тема 1. Физические свойства почв.....	70
Тема 2. Химические свойства почв.....	75
Тема 3. Режим органического вещества почв.....	79
Тема 4. Водный режим почвы.....	82
Тема 5. Тепловой режим почвы.....	85
Тема 6. Воздушный и окислительно-восстановительный режим почвы.....	88
Тема 7. Свойства и режимы почв.....	92

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ	103
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	105
ПРИЛОЖЕНИЕ А	107

ВВЕДЕНИЕ

Почвенный покров, обладая естественным плодородием и способностью производить урожай, является основным условием существования человека и возникновения сельского хозяйства со всеми его отраслями. Существование почвенного плодородия обусловлено физическими, физико-химическими, химическими и биологическими свойствами. Именно благодаря этим свойствам, которые совершенно не выражены в массивно-кристаллических, магматических и плотных осадочных породах или слабо выражены в осадочных рыхлых породах, растительность в состоянии поселяться и развиваться на почвах и, используя солнечную энергию, синтезировать ежегодно новое органическое вещество [Ковда, 1973].

Смена времен года, выпадение и испарение атмосферных осадков, суточные и сезонные колебания температуры, фазы прорастания растительности и последующее ее отмирание, сезонные вспышки активной деятельности микроорганизмов – все эти явления вызывают ежегодные циклические изменения, т.е. формируют так называемую сезонную динамику почвы, динамику влажности, тепла, питательных веществ и т.д. В культурных почвах мощным фактором сезонного режима почв являются ежегодные агротехнические сельскохозяйственные работы: обработка почвы, внесение удобрений и мелиорантов, поливы и т.д. Сезонный ритм почвы является важнейшим элементом плодородия, поскольку для развития и производства урожая сельскохозяйственных культур необходимы накопление и поддержание определенного запаса влаги, питательных веществ в почве и создание благоприятного физического и биологического состояния почвенных горизонтов. Показатели плодородия почвы являются оптимальными в том случае, если они обеспечивают формирование высокого планируемого урожая и качества продукции всех культур.

Дисциплина «Свойства и режимы почв» предназначена для студентов направления подготовки 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение». Ее целью является освоение магистрами теоретических и практических знаний свойств и режимов почв для повышения их продуктивности и устойчивости агроэкосистем. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических, водно-физических и химических свойств

почвы; водного, воздушного, теплового и окислительно-восстановительного режимов почвы и способов их регулирования. Основной раздел курса касается режимов почв и способов их регулирования.

Лабораторный практикум освещает вопросы, связанные с оценкой физических, химических и физико-химических свойств почв. В нем представлены вопросы к семинарам, задачи и упражнения для самостоятельной работы, а также тестовые задания.

Лабораторная работа 1. Оценка агрофизических свойств почв

Конспект теории

Гранулометрический состав почв (синоним – механический) – относительное содержание различных фракций элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) в почве или породе. Гранулометрический состав показывает, какого размера и в каком соотношении содержатся в той или иной почве первичные частицы, т.е. в каком сочетании находятся фракции ЭПЧ.

В почвах встречаются ЭПЧ различных размеров, условно от 3 мм до 10^{-4} - 10^{-5} мм. Для удобства последующего их использования для классификации почв по гранулометрическому составу ЭПЧ объединяют в определенные группы, называемые *фракциями элементарных почвенных частиц*. Гранулометрический состав почв в значительной степени унаследован от соответствующих почвообразующих пород и в своих основных чертах мало меняется в процессе почвообразования.

В почвоведении наиболее широко используется классификация ЭПЧ, предложенная Н.А. Качинским. Согласно этой классификации (табл. 1) все частицы диаметром более 1 мм называются скелетной частью почвы, менее 1 мм – мелкоземом.

Таблица 1 – Классификация элементарных почвенных частиц (Качинский, 1958)

Диаметр ЭПЧ, мм	Фракция	Группа фракций
>3	Камни	Скелетная часть
3-1	Гравий	
1-0,5	Крупный песок	Физический песок
0,5-0,25	Средний песок	
0,25-0,05	Мелкий песок	
0,05-0,01	Крупная пыль	
0,01-0,005	Средняя пыль	Физическая глина
0,005-0,001	Мелкая пыль	
<0,001	Ил	

Отдельные элементарные частицы по-разному влияют на свойства почвы. Это объясняется неодинаковым минералогическим составом частиц и их различными физическими и физико-химическими свойствами.

Камни (>3 мм) представлены преимущественно обломками горных пород. Каменистость – отрицательное свойство почв. Наличие обломочных пород в почвах затрудняет использование сельскохозяйственных машин и орудий, мешает росту и развитию растений и весьма ухудшает их агрономические свойства. Однако подстиление щебнем и галькой на глубине 3-5 м орошаемых мелкоземистых почв действует благоприятно. Почвы при этом обладают естественной дренированностью, обеспечивающей свободный отток избыточных оросительных и грунтовых вод.

Гравий (1-3 мм) состоит из окатанных обломков горных пород. Высокое содержание гравия в почвах не препятствует обработке, но придает им неблагоприятные свойства – провальную водопроницаемость, отсутствие водоподъемной способности, низкую влагоемкость. Поглощительной и коагуляционной способностью эта фракция не обладает.

Песок (1-0,05 мм) состоит из обломков первичных минералов, прежде всего кварца и полевых шпатов. Эта фракция совершенно не обладает поглощительной способностью и эффектом коагуляции. Почвы с большим содержанием этой фракции отличаются хорошей водопроницаемостью, низкой влагоемкостью, малой высотой и большой скоростью капиллярного поднятия воды.

Пыль крупная (0,05-0,01 мм) содержит довольно много первичных минералов, и подобно песку не обладает пластичностью, слабо набухает, имеет невысокую влагоемкость.

Пыль средняя (0,01-0,005 мм) состоит как из первичных, так и вторичных минералов, придающих этой фракции пластичность и связность. Средняя пыль лучше удерживает влагу, но обладает слабой водопроницаемостью, не способна к коагуляции, не участвует в структурообразовании и физико-химических процессах, протекающих в почве. Поэтому почвы, обогащенные фракциями крупной и средней пыли, легко распыляются, склонны к заплыванию и уплотнению, отличаются слабой водопроницаемостью.

Пыль мелкая (0,005-0,001 мм) характеризуется высокой дисперсностью, состоит из вторичных и сопутствующих им первичных минералов. Она способна к коагуляции и структурообразованию, обладает поглотительной способностью, содержит повышенное количество гумусовых веществ. Однако обилие тонкой пыли в почвах в свободном, не агрегированном состоянии придает почвам такие неблагоприятные свойства, как низкая водопроницаемость, большое количество недоступной воды, высокую способность к набуханию и усадке, липкость, трещиноватость, плотное сложение.

Ил (<0,001 мм) состоит преимущественно из высокодисперсных вторичных минералов. Илистая фракция обладает высокой поглотительной способностью, участвует в структурообразовании, содержит много гумуса и элементов зольного и азотного питания растений.

В российском почвоведении принята разработанная Н.М. Сибирцевым и впоследствии уточненная Н.А. Качинским очень удобная для использования классификация почв по гранулометрическому составу, основанная на соотношении физической глины и физического песка.

Таблица 2 – Классификация почв по гранулометрическому составу (Качинский, 1958)

Содержание физической глины (ЭПЧ<0,01 мм), %			Краткое название почвы по гранулометрическому составу
Почвы подзолистого типа почвообразования	Почвы степного типа почвообразования	Солонцы и сильно солонцеватые	
0-5	0-5	0-5	Песок рыхлый
5-10	5-10	5-10	Песок связный
10-20	10-20	10-15	Супесь
20-30	20-30	15-20	Суглинок легкий
30-40	30-45	20-30	Суглинок средний
40-50	45-60	30-40	Суглинок тяжелый
50-65	60-75	40-50	Глина легкая
65-80	75-85	50-65	Глина средняя
>80	>85	>65	Глина тяжелая

В настоящее время чаще используют классификацию, которая имеет единую шкалу для всех типов почв (табл. 3).

Таблица 3 – Универсальная классификация почв по гранулометрическому составу (Качинский, 1958)

Содержание физической глины, % (сумма частиц менее 0,01 мм)	Основное наименование разновидности почвы по гранулометрическому составу
<i>Песчаные</i>	
0-5	Рыхлопесчаная
5-10	Связнопесчаная
10-20	Супесчаная
<i>Суглинистые</i>	
20-30	Легкосуглинистая
30-40	Среднесуглинистая
40-50	Тяжелосуглинистая
<i>Глинистые</i>	
50-65	Легкоглинистая
65-80	Среднеглинистая
80-100	Тяжелоглинистая

По гранулометрическому составу почвы делятся на песчаные, суглинистые и глинистые почвы с подразделением их на более дробные наименования.

В целях отгениения в гранулометрическом составе соотношения фракций гравия, песка, пыли и ила, Н.А. Качинский ввел понятие «преобладающих» фракций. Он выделяет фракции: гравелистую (1-3 мм); песчаную (0,05-1,0 мм); крупнопылеватую (0,05-0,01 мм); пылеватую (0,01-0,001 мм) и иловатую (<0,001 мм). В подробной классификации учитывается соотношение всех вышеуказанных фракций ЭПЧ. Например, подзолистая почва названа по гранулометрическому составу как суглинок тяжелый, иловато-крупнопылеватый. Это означает, что физической глины (частиц <0,01 мм) в почве – 40-50%; преобладающая фракция – крупная пыль; на втором месте по величине – ил; на третьем – все остальные неназванные фракции.

Каждый тип почвы характеризуется своим специфическим профилем гранулометрического состава, особенно четко выявляемым вертикальной кривой распределения илистой фракции (частицы < 0,001 мм).

Чаще всего встречаются следующие варианты распределения илистой фракции по профилю:

- Илистая фракция распределяется по профилю практически равномерно. Такая картина свидетельствует об отсутствии процессов разрушения минеральной части почвы и передвижения продуктов разрушения по профилю. Это *аккумулятивный тип* распределения илистой фракции, что типично для черноземов.

- Верхняя часть профиля обеднена илистой фракцией при относительном возрастании здесь песчаных и особенно пылеватых частиц. С некоторой глубины количество ила возрастает, постепенно достигая максимума. Такой тип распределения ила по почвенному профилю называют *элювиальным*. Он характерен для подзолистых, дерново-подзолистых почв.

- В средней части профиля наблюдается некоторое увеличение количества илистой фракции по сравнению с материнской породой при относительной однородности всего профиля. В данном случае формируется метаморфический горизонт за счет процессов оглинивания, т.е. разрушения первичных, более крупных минералов и образования на их месте вторичных глинистых минералов. Такой тип распределения ила называется *иллювиальным*, он встречается в солонцах.

- Распределение илистой фракции в пределах почвенного профиля очень неоднородное. Каких-либо четких закономерностей в ее изменении установить не удастся. Содержание ила в различных горизонтах меняется как в сторону увеличения, так и уменьшения. Это связано с аллювиальным характером почвообразующей породы и поемно-аллювиальным типом почвообразования. Поэтому и тип распределения ила по профилю таких почв называют *аллювиальным*.

Агрономическая оценка гранулометрического состава зависит от генезиса почв и многих обусловленных им особенностей гумусового, структурного состояния, физико-химических и химических свойств. В таблице 4 приведено параллельное сравнение физических, физико-химических и агрономических свойств глины и песка.

Таблица 4 – Важнейшие различия в свойствах песка и физической глины (Ковда, 1973)

Свойство	Глина	Песок
1	2	3
Пористость	Высокая (до 70%), представлена тончайшими порами и капиллярами	Умеренная (до 50%), представлена по преимуществу некапиллярными и крупнокапиллярными порами

1	2	3
Связность	В сухом состоянии высокая, во влажном понижается	В сухом состоянии – низкая, во влажном – возрастает
Пластичность	Высокая	Отсутствует
Усадка при высыхании	Высокая	Очень слабая
Водопроницаемость	Очень низкая	Очень высокая
Водоподъемная способность	Медленная, на большую высоту	Очень быстрая, на ничтожную высоту
Влагоемкость	Высокая	Невысокая
Поглотительная способность	Высокая	Не выражена
Минералы	Главным образом вторичные	Главным образом первичные
Содержание питательных веществ	Значительное	Крайне небольшое
Содержание гумусовых веществ	Большое (не всегда)	Небольшое
Содержание микроэлементов	Большое	Небольшое
Тепловой режим	Холодный	Теплый
Механическая обработка	Тяжелая	Легкая
Уровень естественного плодородия	Низкий, но потенциально высокий	Низкий

Из сопоставления следует, что чисто глинистые бесструктурные и чисто песчаные почвы глубоко различны, но и те и другие обладают неблагоприятными свойствами. Практика земледелия давно установила, что лучшими, с точки зрения гранулометрического состава, являются среднесуглинистые почвы, в которых пропорционально представлены как глинистые, так и песчаные частицы. А глинистые почвы плодородны лишь в том случае, если они богаты органическим веществом и обладают комковато-зернистой структурой.

Чистые песчаные и глинистые отложения представляют собой системы, близкие к монодисперсным, т.е. системам, у которых диаметр частиц примерно одинаков. Монодисперсные почвообразующие

породы и почвы в природе распространены крайне редко. Однородные по диаметру частицы песка, супеси и глины встречаются в отложениях древних озер, заливов, пойм и дельт. Дюнные, барханные пески, утерявшие в процессе эоловой переработки тонкие глинистые и пылеватые частицы, также приобретают характер монодисперсных систем. В подавляющем большинстве случаев почвообразующие породы и почвы имеют сложный гранулометрический состав.

Плотность твердой фазы (синоним – удельный вес почвы) – масса твердых компонентов почвы в единице его истинного объема без учета пор, выраженная в г/см³ или т/м³.

Твердая фаза почв представлена элементарными почвенными частицами. В них входят обломки пород и минералов, а также аморфные соединения, все элементы которых находятся в химической взаимосвязи. В минеральных почвах 90% ЭПЧ представлено компонентами неорганической природы. Остальная часть ЭПЧ приходится на органическое вещество и органо-минеральные соединения.

Очевидно, что плотность твердой фазы почвы будет зависеть от характера ее химического и минералогического состава. Этот показатель является средней величиной плотности твердой фазы минеральных и органических частиц. В таблице 5 приведены величины плотности твердой фазы различных минералов и органических соединений, входящих в состав почвообразующих пород и почв.

Таблица 5 – Плотность твердой фазы органических и минеральных компонентов почв и пород (Ковда, 1973)

Вещество	Плотность твердой фазы, г/см ³	Вещество	Плотность твердой фазы, г/см ³
Сухое неразложившееся органическое вещество	0,2-0,5	Кварц	2,50-2,80
Торф	0,5-0,8	Анортит	2,75-2,76
Сильно разложившийся торф	1,0-1,2	Гипс	2,30-2,33
Гумус	1,3-1,4	Галит	2,1-2,6
Монтмориллонит	2,1	Оливин	3,27-3,37
Каолинит	2,60-2,63	Гранат	3,4-4,3
Слюда	2,80-3,20	Лимонит	3,6-4,0
Ортоклаз	2,50-2,60	Магнетит	2,16-5,18

Плотность твердой фазы варьирует в узких пределах и в наименьшей степени подвержена динамике во времени. По этому показателю ее относят к основным физическим «константам» почвы, хотя и эта величина в процессе выветривания горных пород и почвообразования постепенно меняется. Плотность твердой фазы минеральных почв колеблется от 2,4 до 2,8 г/см³, богатых органическими компонентами торфяников от 1,4 до 1,8 г/см³. В таблице 6 приведены величины плотности твердой фазы почв земледельческой зоны Красноярского края.

Таблица 6 – Плотность твердой фазы почв, г/см³
(Вередченко, 1961; Бугаков, Чупрова, 1995)

Глубина, см	Дерново-подзолистая	Серая лесная	Чернозем выщелоченный
0-10	2,64	2,40	2,38
10-20	2,64	2,42	2,40
20-30	2,70	2,42	2,42
50-60	2,72	2,46	2,46
80-90	2,73	2,50	2,50
140-150	2,73	2,57	2,55

На основе приведенных данных можно отметить несколько закономерностей в изменении плотности твердой фазы почвы:

✓ Во всех почвах наименьшая плотность твердой фазы отмечается в верхнем гумусовом горизонте, причем она тем меньше, чем больше гумуса в почве.

✓ По мере движения в глубь почвы плотность твердой фазы возрастает.

✓ В иллювиальных горизонтах, где скапливаются железистые соединения и другие тяжелые минералы, плотность твердой фазы заметно возрастает до величин 2,70-2,75 г/см³.

Плотность сложения почвы или плотность почвы (объемный вес почвы, объемная масса почвы, удельный вес скелета почвы – все это устаревшие синонимы, употребляющиеся в литературе) – масса сухого вещества почвы в единице ее объема ненарушенного естественного сложения, выраженная в г/см³ или т/м³.

Факторы, определяющие плотность сложения

✓ Присутствие большого количества тяжелых минералов в почве способствует увеличению ее плотности.

✓ Большое количество легких минералов и органических веществ понижает плотность.

✓ Плотность сложения сухой почвы в почвенных горизонтах зависит от гранулометрического состава и агрегированности почв, плотности сложения агрегатов и характера их упаковки.

✓ Рыхлое сложение, зернистая структура почвы, большая пористость обуславливают меньшую величину плотности.

✓ Слитые, плотные почвы и грунты характеризуются обычно повышенной плотностью.

✓ Плотность верхних горизонтов зависит от угодья, наличия или отсутствия леса, промораживания сырой почвы.

✓ Обработка почвы способствует понижению плотности сложения.

✓ Орошение пахотных почв обуславливает большую плотность сложения.

Плотность почв изменяется в широких пределах: у минеральных – от 0,9 до 1,8 г/см³; у болотных торфяных – от 0,15 до 0,40 г/см³. В таблице 7 приведены значения плотности для различных почв и грунтов.

Таблица 7 – Плотность сложения типичных грунтов и почв
(Ковда, 1973)

Грунт, почва	Плотность, г/см ³	Грунт, почва	Плотность, г/см ³
Торф	0,2-0,5	Солонцовый горизонт почв	1,5-1,7
Пухлый солончак	0,8-1,0	Такырный горизонт почв	1,7-1,9
Подзолистый горизонт	0,8-1,0	Корка на сероземе после полива	1,6-1,9
Пахотный слой чернозема	1,1-1,3	Шоколадные древне-каспийские глины	1,7-2,0
Болотные почвы	1,1-1,3		
Лессы	1,35-1,50		

В таблице 8 приведены данные, отражающие плотность сложения почв земледельческой территории Красноярского края.

Таблица 8 – Плотность сложения почв, г/см³
(Вередченко, 1961; Бугаков, Чупрова, 1995)

Глубина, см	Дерново-подзолистая	Серая лесная	Чернозем выщелоченный
0-10	1,34	1,01	0,95
10-20	1,48	1,06	1,05
20-30	1,45	1,06	1,10
50-60	1,41	1,14	1,18
80-90	1,36	1,29	1,24
140-150	1,45	1,35	1,24

Основные закономерности изменения плотности сложения в профиле почв:

✓ Плотность сложения почв вниз по профилю возрастает. Это связано с давлением вышележащей толщи почвы на нижележащие слои.

✓ В профиле иногда появляются слои с повышенной или пониженной плотностью, что является следствием почвообразовательного процесса (элювиальный и иллювиальный горизонты), так и исходной неоднородности почвообразующей породы.

✓ В обрабатываемых почвах встречаются прослойки с повышенной плотностью в подпахотных горизонтах («плужная подошва»).

Она возникает вследствие давления почвообрабатывающих орудий на почву при систематической обработке на одну глубину. Б.Г. Розанов [1975] связывает образование плужного горизонта с процессом пахотно-иллювиального накопления глины, гумуса и полуторных оксидов.

✓ Увеличение плотности сложения почв с глубиной связано и с уменьшением гумусированности в нижних горизонтах, а также с иллювиальным процессом. При проявлении последнего в нижних горизонтах почвы в порах накапливаются вымытые вещества, увеличивая плотность этих горизонтов. Степень уплотнения нижних горизонтов тем сильнее, чем ярче выражен иллювиальный процесс и чем выше плотность твердой фазы вымываемых продуктов.

Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность на суглинистых и глинистых почвах является 1,0-1,2 г/см³. Дальнейшее ее увеличение снижает урожай сельскохозяйственных культур. А.Г. Бондарев [1988] предлагает следующую шкалу оптимальных показателей плотности сложения почв для большинства возделываемых культур (г/см³):

- глинистые и суглинистые – 1,00-1,30;
- легкосуглинистые – 1,10-1,40;

- супесчаные – 1,20-1,45;
- песчаные 1,25-1,60.

Нижние пределы плотности оптимальны для более требовательных культур.

Плотность сложения – очень динамичная и вместе с тем информативная величина, так как она дает представление о соотношении твердой части и пустот в почве. Поэтому ее широко используют как при почвенно-генетических исследованиях, так и для агротехнической и почвенно-мелиоративной оценки почв. Эта величина необходима для расчета запасов в слое почвы воды, солей, гумуса и питательных элементов.

Пористость (синоним – скважность, порозность) – объем пустот между элементарными частицами, структурными единицами и агрегатами, занятый воздухом или водой.

Пористость выражается в процентах от общего объема почвы.

Факторы, определяющие пористость почв:

- ✓ Гранулометрический состав.
- ✓ Структурность и микроагрегатность.
- ✓ Содержание живых организмов и органических веществ.
- ✓ Обработка и мелиорации культурных почв.

В среднем пористость колеблется в пределах 40-60 % объема. В слитых горизонтах она может снижаться до 20-30 %, а у водных или эоловых наносов, торфа, лесса возрастать до 60-80 % объема (табл. 9).

Таблица 9 – Пределы колебаний различных видов пористости в почвах и грунтах (Ковда, 1973)

Почва, грунт	Общая, %	Капиллярная	Некапиллярная
		% от общей	
Пески	30-35	25-35	65-75
Супеси	35-45	45-55	45-55
Суглинки	40-47	65-85	15-35
Лессы и лессовидные суглинки	40-55	50-65	35-50
Глины	45-55	90-97	3-10
Пахотный горизонт чернозема	55-60	40-45	55-60
Поверхностный горизонт торфяника	80-85	95-98	2-5

В зависимости от величины пор различают капиллярную и некапиллярную пористость. *Капиллярная пористость* равна объему ка-

пиллярных промежутков почвы; *некапиллярная* – объему крупных пор. Сумма обоих видов пористости составляет общую пористость.

Граница между капиллярной и некапиллярной пористостью – нечеткая и имеет ряд переходов. Условно капиллярной можно считать пористость, представленную совокупностью тончайших пор и обеспечивающую удержание в почвенной толще устойчивого запаса доступной для растений влаги. Капиллярная пористость создает водоудерживающую способность почвы. Соответственно некапиллярная пористость будет представлена камерами, ходами и полостями крупного диаметра, которые не могут устойчиво удерживать запас воды в толще почвы, т.е. не обладают водоудерживающей способностью, однако обеспечивают водопроницаемость почв. Некапиллярная пористость обычно больше в почвах с развитой комковато-зернистой структурой или легкого гранулометрического состава. Величина капиллярной пористости возрастает по мере увеличения дисперсности почв, по мере ухудшения их структурности и микроагрегатности. Самые благоприятные условия увлажнения складываются в почве при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1:1.

Весьма важной агрофизической оценкой является *пористость аэрации* – содержание в почве почвенного воздуха или разница между общей пористостью и объемной влажностью почвы:

$$P_{\text{аэр}} = (P_{\text{общ}} - P_{\text{в}}), \%$$

Критические значения пористости аэрации наступают при величинах <10 %, в этих условиях начинают доминировать анаэробные процессы, снижается рост корней большинства сельскохозяйственных культур.

Почвы довольно существенно различаются между собой по пористости; различна пористость почв и в разных горизонтах профиля. В таблице 10 приведены данные, отражающие пористость почв земледельческой территории Красноярского края.

Таблица 10 – Пористость почв, г/см³
(Вередченко, 1962; Бугаков, Чупрова, 1995)

Глубина, см	Дерново-подзолистая	Серая лесная	Чернозем выщелоченный
0-10	49,2	58,0	60,1
10-20	44,0	56,2	60,1
20-30	46,3	56,2	56,3
50-60	48,2	53,6	54,1
80-90	50,1	48,4	50,0
140-150	46,8	47,5	51,2

В целом можно отметить, что чем больше в почвах органического вещества, чем лучше они оструктурены, тем выше их общая пористость, следовательно, тем лучше их водно-физические и физические свойства.

Основные закономерности изменения пористости в профиле почв приведены ниже:

✓ В профиле почв отмечается уменьшение пористости с глубиной по следующим причинам:

- отсутствие или малое содержание гумуса в глубинных горизонтах и их слабая оструктуренность;

- многовековое давление верхних горизонтов на нижние и частичная их спрессованность;

- иллювиальный процесс, в силу которого в эти горизонты вымываются продукты выноса из горизонтов вышележащих.

✓ Общая пористость глубинных горизонтов более или менее постоянна, так как даже при набухании почва не имеет пространства для расширения.

✓ Пористость резко возрастает зимой при замерзании влажной почвы.

Структура почвы – ее физическое строение на уровне почвенного горизонта, обусловленное размером, формой, количественным соотношением, характером взаимосвязи и расположением, как элементарных почвенных частиц, так и состоящих из них агрегатов.

Структурность почвы – ее способность распадаться на агрегаты при механическом воздействии.

При оценке структуры следует отличать ее морфологическое понятие от агрономического. Для морфологии почв первостепенное значение имеет типология структуры почв, помогающая определить ее генетическое и диагностическое значение. Особенно большое внимание этому уделил С.А. Захаров, разработавший принятую сейчас схему главных генетических типов почвенной структуры, связанных с определенными типами генетических горизонтов почв [Розанов, 1975]:

1. Округло-кубовидная структура при более или менее равномерном развитии по трем осям, характерная для гумусовых, пахотных, верхней части иллювиальных, аккумулятивных и глеевых горизонтов почв. В пределах этого выделяют 7 родов структуры: *глыбистая* (неправильная форма и неровная поверхность агрегатов, характерная для глеевых, слитых, выпаханных горизонтов); *комковатая* (округлая форма с шероховатой поверхностью без выраженных ребер

и граней, характерная для гумусовых горизонтов почв); *пылеватая* (мельчайшие, не различимые невооруженным глазом микроагрегаты, характерная для выпаханных аккумулятивных или элювиальных горизонтов); *ореховатая* (более или менее правильные острореберные агрегаты, напоминающие буковые орешки, характерная для иллювиальных горизонтов); *зернистая* (более или менее правильная форма с выраженными гранями, напоминающая гречневую крупу, характерная для гумусовых горизонтов); *конкреционная* (сплошное скопление округлых конкреций) и *икряная* (мелкие разной формы, но хорошо оформленные агрегаты соединяются в сплошную массу).

2. Призмовидная структура при выраженном развитии по вертикальной оси, характерная для иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород. Выделяют 3 рода этой структуры: *столбовидная* (правильной формы отдельности с хорошо выраженными вертикальными гранями, округлой «головкой» и неровным основанием, характерная для солонцовых и слитых горизонтов); *призмовидная* (отдельности слабо оформлены, с неровными скорлуповатыми гранями с острыми вершинами, округленными ребрами, характерная для нижней части иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород); *призматическая* (границы и ребра призм четко выражены, характерна для иллювиальных горизонтов).

3. Плитовидная структура развивается по горизонтальным осям, характерна для элювиальных горизонтов почв. Выделяют 2 рода этой структуры: *плитчатая* при более или менее развитых плоских горизонтальных поверхностях спайности; *чешуйчатая* при небольших, несколько изогнутых поверхностях спайности.

Для агрономической оценки структуры Н.И. Саввинов предложил классификацию, согласно которой к агрономически ценным относят агрегаты размером от 0,25 до 10 мм, более крупные почвенные отдельности считают глыбистой частью почвы, а более мелкие – распыленной.

Плодородная почва должна содержать значительные количества воды. Поэтому понятие структурной почвы теряет свой смысл, если структура распадается под действием воды, а тем более при первом соприкосновении с ней. Структурные отдельности, сохраняющие свою прочность в воде в течение длительного времени, называются *водопрочными*. Верхним пределом оптимального содержания водопрочных агрегатов ориентировочно можно считать 75-80%, поскольку при более высоком содержании водопрочных агрегатов значитель-

но возрастают пористость аэрации и непроизводительный расход влаги на физическое испарение.

Современный фактический и теоретический материал дает основание отрицать тождественность понятий структуры и плодородия почвы. Например, на орошаемых сероземах, являющихся типичными микроструктурными почвами, достигнуты высокие и устойчивые урожаи хлопчатника и люцерны. Высокие урожаи получают в зоне дерново-подзолистых почв, где макроструктура выражена слабо. Следовательно, отсутствие в почве хорошо выраженной макроструктуры не исключает возможности получения высоких урожаев. Важнейшее условие для этого – соблюдать приемы современной агротехники. С другой стороны, известно, что даже самая лучшая макроструктура во многих случаях не способна устранить все последствия сильных суховеев, длительных засух и т.д. Поэтому нет оснований только со структурой связывать всю проблему плодородия почв, хотя к условиям жизни растений и деятельности микроорганизмов она имеет прямое отношение.

Агрономическая роль почвенной структуры:

- ✓ поддерживает почву в состоянии слабого уплотнения и высокой пористости;
- ✓ облегчает воздействие на почву сельскохозяйственных орудий, предохраняет пахотный слой от образования корки;
- ✓ обеспечивает создание в почве водопроницаемости;
- ✓ макроструктурная почва с размерами агрегатов 0,5-3,0 мм значительно медленнее теряет влагу на испарение;
- ✓ улучшает тепловой режим почв и как следствие этого, повышает биологическую активность и оптимизирует пищевой режим;
- ✓ оказывает влияние на диффузию газов, определяя воздухопроницаемость и воздухоемкость почвы;
- ✓ создает оптимальное соотношение между водой и воздухом;
- ✓ мелкокомковатая и зернистая структура противостоит водной эрозии и дефляции;
- ✓ ослабляет процесс засоления почв;
- ✓ определяет эффективность удобрений.

В настоящее время агрофизические свойства многих пахотных почв отличаются от оптимальных величин и имеют устойчивую тенденцию ухудшения и утраты комковато-зернистой структуры.

Основные причины разрушения почвенной структуры:

- ✓ обработка почвы в состоянии, не соответствующем физической спелости, – переувлажненных и пересушенных;
- ✓ использование тяжелой колесной техники, уборочных комбайнов, тракторов и колесных средств с высокой нагрузкой;
- ✓ процессы минерализации гумуса;
- ✓ высокие дозы минеральных удобрений;
- ✓ орошение почв;
- ✓ пастбищная дигрессия.

Процессы структурообразования в почвах протекают под влиянием физико-механических, физико-химических, химических и биологических факторов.

Материалы и оборудование: учебное пособие, конспект лекций, тетрадь, карандаши, линейка, карточки-задания.

Содержание работы

1. Определить основное и дополнительное название гранулометрического состава в горизонтах почвы по данным карточки-задания.
2. Построить график распределения илистой фракции и определить тип ее распределения по профилю.
3. Дать агрономическую оценку гранулометрическому составу почвы.
4. Рассчитать величину общей пористости.
5. Дать агрономическую оценку общим физическим показателям (приложение).
6. Рассчитать содержание агрономически ценных агрегатов и коэффициент структурности.
7. Дать агрономическую оценку показателям структурного состава.
8. Установить закономерности изменения плотности твердой фазы, плотности сложения, общей пористости и структурного состава в профиле почвы. Объяснить причину этих изменений.
9. Обобщить полученные результаты в виде таблиц и графика.

10. Сделать выводы о зависимости всех изученных физических свойств от генетических особенностей почвы и гранулометрического состава.

11. Указать мероприятия по регулированию агрофизических свойств почвы.

Обсуждение результатов

Изучив теорию, выполните работу по варианту карточки-задания, предложенной преподавателем. Напомним, что *основное* название почвы по гранулометрическому составу дается исходя из процентного содержания физической глины, т.е. суммы частиц менее 0,01 мм (средней пыли, тонкой пыли и ила).

Дополнительное название по гранулометрическому составу дается с учетом преобладающей фракции элементарных почвенных частиц.

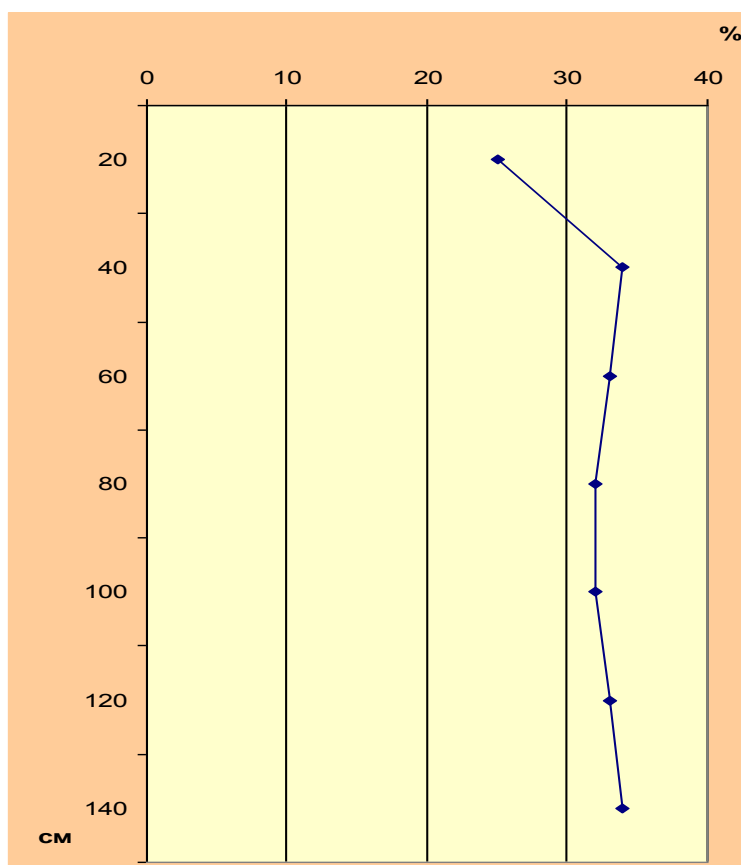
Результаты определения оформляются в виде таблицы по следующей форме:

Гранулометрический состав чернозема южного

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание физической глины, %	Название горизонта по гранулометрическому составу	
			основное	дополнительное

Для морфогенетического исследования почвы необходима не только характеристика гранулометрического состава почвы в целом, но и очень важны изменения гранулометрического состава по горизонтам в пределах почвенного профиля.

Каждый тип почвы характеризуется своим специфическим профилем гранулометрического состава, особенно четко выявляемым вертикальной кривой распределения илистой фракции (частицы < 0,001 мм). Пример построения графика распределения ила по профилю почвы показан на рисунке.



Распределение илистой фракции в профиле ... почвы, %

Результаты определения общих физических свойств и структурного состояния оформляются в виде таблицы по следующей форме:

Агрофизические свойства почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Плотность твёрдой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³	Общая по- ристость, %	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	Кстр

Общая пористость вычисляется по соотношению плотности твёрдой фазы и плотности сложения по формуле:

$$P_{общ} = 100(1 - d_v/d)$$

Содержание агрономически ценных фракций определяют по разности суммы всех фракций структурного анализа (100 %) и суммы агрегатов <0,25 мм и >10 мм (в %).

Коэффициент структурности определяется как отношение количества агрегатов от 10 до 0,25 мм (в %) к суммарному содержанию агрегатов <0,25 и >10 мм (в %).

Карточки-задания

Вариант 1 Дерново-подзолистая почва

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
A ₁	13-23	40,8	23,0	12,2	8,2	11,0	4,8
A ₂	30-38	42,5	19,8	14,4	9,6	5,0	8,7
A ₂ B	62-72	30,6	20,2	14,2	5,2	6,6	23,3
B	96-106	34,5	24,3	11,9	3,6	4,9	20,8

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
A ₁	13-23	2,48	0,91
A ₂	30-38	2,64	1,40
A ₂ B	62-72	2,70	1,43
B	96-106	2,70	1,43

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
A ₁	13-23	10,1	12,7	9,4	7,7	42,1	2,6	12,5	2,8
A ₂	30-38	10,3	16,0	10,9	8,4	32,3	3,7	14,5	3,9
A ₂ B	62-72	24,4	17,0	11,0	9,0	17,6	8,0	12,6	0,5
B	96-106	50,2	22,2	8,1	6,1	12,2	1,0	0,3	0,0

Вариант 2 Дерново-подзолистая почва

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Ап	7-17	38,1	19,9	18,4	5,9	7,8	9,9
A ₁ A ₂	33-40	44,0	21,3	16,2	6,2	10,0	2,3
A ₂	58-68	44,3	20,8	12,0	6,8	6,2	9,9
A ₂ B	88-98	40,4	18,1	14,6	4,3	5,3	17,2
B	100-120	37,9	12,8	16,3	5,0	8,0	20,1

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
Ап	7-17	2,64	1,22
А ₁ А ₂	33-40	2,70	1,34
А ₂	58-68	2,70	1,40
А ₂ В	88-98	2,72	1,44
В	100-120	2,73	1,44

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Ап	7-17	4,2	28,6	17,3	12,7	28,1	2,3	4,8	2,0
А ₁ А ₂	33-40	0,0	2,9	16,7	26,4	52,2	1,1	0,8	0,0
А ₂	58-68	6,0	21,3	16,2	21,4	35,1	0,4	0,1	0,0
А ₂ В	88-98	16,5	23,3	17,5	27,4	15,3	0,0	0,0	0,0
В	100-120	25,2	32,3	20,9	17,3	4,4	0,0	0,0	0,0

Вариант 3 Серая лесная почва

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
А ₁	14-24	6,2	14,8	31,8	16,2	18,7	12,4
А ₁ А ₂	37-47	6,0	14,2	36,7	13,6	15,4	14,4
А ₂ В	58-68	4,9	9,3	30,4	13,4	11,6	30,4
В	82-99	0,6	8,0	32,0	11,8	6,7	40,9

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
А ₁	14-24	2,65	1,09
А ₁ А ₂	37-47	2,68	1,24
А ₂ В	58-68	2,69	1,30
В	82-99	2,73	1,42

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
A ₁	14-24	18,0	31,3	17,2	10,8	12,5	3,1	5,1	2,1
A ₁ A ₂	37-47	21,1	36,9	15,5	8,7	10,9	2,1	4,0	0,9
A ₂ B	58-68	48,5	26,9	10,5	5,2	5,8	1,4	1,7	0,2
B	82-99	63,0	25,5	8,3	2,5	0,8	0,0	0,0	0,0

Вариант 4 Серая лесная почва

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Ап	6-16	14,4	15,2	29,7	14,2	14,8	11,7
A ₁	23-31	14,3	16,0	32,0	12,5	14,4	10,8
A ₁ A ₂	34-44	24,8	22,0	22,4	6,8	8,8	15,2
A ₂ B	49-59	3,0	9,9	31,7	8,5	10,1	36,8
B ₁	69-79	1,1	8,5	28,1	10,6	8,9	42,8
B ₂	97-107	2,3	7,7	29,2	11,4	10,8	38,6

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
Ап	6-16	2,55	1,13
A ₁	23-31	2,55	1,14
A ₁ A ₂	34-44	2,65	1,15
A ₂ B	49-59	2,68	1,19
B ₁	69-79	2,70	1,31
B ₂	97-107	2,72	1,47

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Ап	6-16	8,3	18,2	14,2	10,3	28,5	4,3	12,0	4,2
A ₁	23-31	0,0	14,0	19,4	16,8	28,9	7,2	11,3	2,5
A ₁ A ₂	34-44	5,8	30,3	18,7	11,8	19,9	5,5	7,5	0,6
A ₂ B	49-59	6,3	43,8	22,9	11,8	11,2	1,8	2,0	0,3
B ₁	69-79	64,1	23,1	7,7	3,4	1,6	0,0	0,0	0,0
B ₂	97-107	65,5	24,1	7,5	1,8	1,1	0,0	0,0	0,0

Вариант 5
Чернозем оподзоленный

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
A ₁	20-30	0,2	10,5	48,0	10,1	14,5	16,6
A ₁ A ₂	50-60	0,2	11,6	41,5	10,2	14,7	21,8
A ₂ B	75-85	0,2	13,3	41,4	6,3	13,6	25,2
B	100-110	0,1	14,3	44,6	9,6	13,7	17,8

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
A ₁	20-30	2,35	0,95
A ₁ A ₂	50-60	2,42	1,10
A ₂ B	75-85	2,50	1,24
B	100-110	2,55	1,25

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
A ₁	20-30	9,5	19,0	19,0	19,7	30,8	0,6	0,9	0,5
A ₁ A ₂	50-60	5,3	13,3	15,4	11,3	50,6	1,2	2,6	0,7
A ₂ B	75-85	1,4	1,8	15,5	19,2	49,3	1,3	1,4	0,2
B	100-110	5,5	16,8	17,7	16,6	38,8	3,1	1,4	0,1

Вариант 6
Чернозем оподзоленный

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Ап	10-20	0,2	8,3	49,3	13,1	14,1	14,9
A ₁	43-53	0,1	15,8	42,0	9,3	15,1	17,8
A ₁ A ₂	70-80	0,1	11,7	35,1	10,0	11,2	31,8
A ₂ B	84-94	0,1	13,7	39,5	10,9	9,0	26,8
B	96-106	0,1	13,7	40,0	10,8	13,0	24,0

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
Ап	10-20	2,40	0,90
А ₁	43-53	2,41	1,11
А ₁ А ₂	70-80	2,43	1,20
А ₂ В	84-94	2,52	1,25
В	96-106	2,60	1,33

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Ап	10-20	0,2	6,0	11,8	19,5	49,9	1,2	4,1	7,5
А ₁	43-53	0,3	5,8	12,0	25,5	45,8	13	3,2	6,0
А ₁ А ₂	70-80	1,8	9,5	16,4	14,1	30,6	5,1	11,6	10,9
А ₂ В	84-94	10,3	26,0	22,6	13,6	17,1	2,5	4,6	3,4
В	96-106	19,9	17,8	17,8	10,9	18,0	1,9	4,4	2,5

Вариант 7 Чернозем выщелоченный

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
А	20-30	0,7	12,0	31,0	13,3	18,3	24,7
А	60-70	0,7	7,5	36,7	14,5	16,5	24,1
АВ	90-100	1,2	7,6	32,9	8,3	17,6	32,5
Вк	110-120	1,8	11,2	24,2	12,0	14,2	36,5

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
А	20-30	2,50	1,01
А	60-70	2,53	1,17
АВ	90-100	2,65	1,35
Вк	110-120	2,70	1,40

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
А	20-30	13,1	13,5	11,4	11,8	33,9	8,2	6,0	2,1
А	60-70	0,0	1,7	10,7	26,3	48,0	7,5	4,8	1,0
АВ	90-100	15,2	13,7	16,0	12,8	23,3	16,9	1,6	0,5
Вк	110-120	20,5	15,0	12,8	13,8	21,2	15,8	0,7	0,2

Вариант 8

Чернозем выщелоченный

Гранулометрический состав

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Ап	8-18	1,7	15,3	21,2	11,3	10,3	35,5
АВ	30-40	3,3	2,0	13,6	25,8	7,5	11,7
В	55-65	4,1	2,2	8,2	29,6	6,0	14,2
Вк	80-90	1,8	10,8	22,4	10,4	11,5	29,2

Физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Плотность твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³
Ап	8-18	2,54	1,13
АВ	30-40	2,58	1,40
В	55-65	2,71	1,43
Вк	80-90	2,71	1,33

Структурный состав

Горизонт	Глубина, см	Диаметр фракции, мм (%)							
		>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Ап	8-18	25,4	20,2	11,7	8,9	17,3	4,5	3,2	8,8
АВ	30-40	3,1	11,0	17,2	20,5	32,2	7,1	6,7	2,2
В	55-65	25,9	31,1	15,5	9,0	13,3	3,2	1,5	0,5
Вк	80-90	20,2	29,1	19,9	10,3	14,8	4,4	1,0	0,3

Лабораторная работа 2. Химический состав почв по данным анализа

Конспект теории

Химический анализ позволяет получить сведения о химическом составе и свойствах почвы. Для каждого типа почв характерны определенные показатели реакции и состава поглощенных катионов, специфическое распределение органического вещества и компонентов минеральной части по профилю. Поэтому данные химических, физико-химических и агрохимических свойств почвы, полученные на основании анализов, имеют наряду с морфологическими признаками важнейшее значение для познания генезиса, диагностики, классификации и более обоснованной агрономической оценки.

К наиболее распространенным видам анализов по характеристике состава и свойств почв относятся:

- определение химических свойств (валовой состав минеральной части, содержание гумуса и CO_2 карбонатов),
- определение физико-химических свойств (рН, емкости катионного обмена, состава обменных катионов),
- определение гранулометрического состава,
- анализ водной вытяжки для засоленных почв.

Результаты химического состава минеральной части почвы оценивают следующими способами.

По абсолютному содержанию отдельных элементов. Так, высокое содержание SiO_2 (до 95 %) свидетельствует о развитии почвы на песчаных породах с большим содержанием кварца, повышенное количество R_2O_3 (30-50 %) – о формировании почв на ферраллитных породах, содержание карбонатов до 30-40 % и более – о развитии почв на известковых отложениях.

По распределению SiO_2 и R_2O_3 (Al_2O_3 и Fe_2O_3) в профиле почвы, что позволяет судить о наличии или отсутствии процессов разрушения почвенных минералов. Выделяют два типа распределения валового содержания SiO_2 и R_2O_3 по профилю почв:

- ✓ равномерный, без существенной дифференциации. Он свойственен почвам типа черноземов, каштановых. Их генезис связан с гумусово-аккумулятивным процессом и для них нехарактерно разрушение почвенных минералов;

✓ дифференцированный, с обеднением верхних горизонтов R_2O_3 и обогащением их SiO_2 . Вниз по профилю содержание R_2O_3 возрастает до максимальных значений в иллювиальном горизонте. Такое перераспределение оксидов выражено в почвах, образовавшихся в результате процессов оподзоливания, лессиважа, осолодения, осолонцевания, а также внутрипочвенного выветривания (оглинения).

По содержанию и распределению в почве карбонатов (CO_2 карбонатов). Глубина залегания карбонатов во многих почвах – основной диагностический показатель для определения подтипа (например, черноземов) и рода (карбонатные черноземы). Присутствие карбонатов в почвах таежно-лесной зоны свидетельствует о принадлежности последних к дерново-карбонатному типу или к родам подзолистых или дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почв.

Результаты химического состава органического вещества почвы оценивают по следующим характеристикам.

По количеству гумуса в верхних горизонтах:

✓ очень высокое содержание ($>10\%$) – черноземы, лугово-черноземные, аллювиальные луговые и др.;

✓ высокое (6-10 %), среднее (4-6 %), низкое (2-4 %) и очень низкое ($<2\%$) – серые лесные, дерново-подзолистые, подзолистые, каштановые, солончаки, солонцы и т.п.

По распределению гумуса в профиле:

✓ постепенное уменьшение содержания гумуса с глубиной характерно для почв, в которых наблюдается глубокое проникновение корневых систем травянистой растительности (черноземы, каштановые, лугово-черноземные, лугово-каштановые и др.);

✓ резкое уменьшение содержания гумуса с глубиной свойственно тем почвам, в которых на некоторой глубине создаются неблагоприятные условия для развития корней растений (подзолистые, дерново-подзолистые, черноземно-луговые и т.д.);

✓ в почвах отмечается два максимума в распределении гумуса: в верхнем горизонте, а затем после резкого снижения – на некоторой глубине. Второй максимум связан с процессами иллювиирования водорастворимых органических веществ из верхнего органогенного горизонта A_0 или A_0^T (песчаные и супесчаные подзолистые, дерново-подзолистые и болотно-подзолистые почвы);

✓ относительно равномерное распределение гумуса по всему профилю характерно для некоторых мерзлотно-таежных потечно-гумусовых, а также древних староорошаемых почв.

По качественному анализу гумуса. Для этого используют отношение Сгк:Сфк:

- фульватный гумус (<0,5) – подзолистые, болотно-подзолистые;
- гуматно-фульватный (0,5-1,0) – дерново-подзолистые, солончаки, солонцы;
- фульватно-гуматный (1,0-2,0) – дерново-подзолистые окультуренные, дерновые, серые лесные;
- гуматный (>2,0) – черноземы, каштановые, лугово-черноземные, лугово-каштановые.

К важнейшим физико-химическим свойствам почвы относятся: емкость катионного обмена (ЕКО), сумма обменных оснований (S), состав почвенно-поглощающего комплекса (ППК) и степень насыщенности почв основаниями; рН солевой и водной вытяжек.

По значению емкости катионного обмена и сумме обменных оснований. Эти показатели связаны с гранулометрическим составом (содержанием ила), минералогическим составом и количеством гумуса. Тяжелые почвы, богатые илом и гумусом, имеют ЕКО 30-70 м-экв/100 г (черноземы, лугово-черноземные, луговые, темно-серые лесные почвы и др.). Бедные илом и гумусом имеют низкую ЕКО < 10 м-экв/100 г (подзолистые, дерново-подзолистые).

В почвах с хорошо выраженным гумусо-аккумулятивным процессом при отсутствии процессов разрушения или выноса ила из верхних горизонтов (черноземы, каштановые, темно-серые лесные и др.) наибольшая величина ЕКО отмечается в верхних гумусированных горизонтах с постепенным уменьшением ее к породе.

В почвах с отчетливыми элювиальными процессами (лессиваж, оподзоливание, осолодение) наименьшее значение ЕКО обнаруживается в элювиальных горизонтах, наибольшее – в иллювиальных и породе.

По составу обменных катионов. Он отражает типовые и подтиповые особенности почв. Так, подзолистые, дерново-подзолистые, болотно-подзолистые, серые лесные почвы и оподзоленные и выщелоченные черноземы в составе обменных катионов наряду с Ca^{++} и Mg^{++} содержат H^+ и Al^{+++} . Обыкновенные, южные черноземы, каштановые в составе ППК имеют Na^+ . В солонцах и солонцеватых родах черноземов, каштановых обменный натрий содержится в повышенных количествах (> 3-10 % от ЕКО).

По степени насыщенности почв основаниями (V), которая позволяет судить о количестве обменных оснований (обычно $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$), выраженных в процентах от ЕКО. Так, в подзолистых почвах $V = <50\%$; дерново-подзолистых – 60-70 %; серых лесных – 70-90 %; черноземах – 90-100 %; каштановых, солонцах – 100 %.

По реакции почвы, которая отражает особенности ее генезиса и состава. Так, подзолистые, дерново-подзолистые почвы характеризуются кислой реакцией. Черноземы и каштановые имеют реакцию, близкую к нейтральной. Солонцы отличаются щелочной реакцией. Щелочная реакция также свойственна карбонатным горизонтам любых почв. Гидролитическая кислотность обнаруживается в большинстве почв таежно-лесной (подзолистые, дерново-подзолистые, болотные) и лесостепной зон (серые лесные, оподзоленные и выщелоченные черноземы).

Таким образом, необходимо *уметь читать* результаты анализов почв, то есть понимать их генетический и агрономический смысл. Далее рассмотрим диагностику основных почв по данным химического анализа.

1. Подзолистые почвы. Тип профиля – $\text{A}_0 - \text{A}_0\text{A}_1(\text{A}_1) - \text{A}_2 - \text{A}_2\text{B} - \text{B} - \text{C}$.

Профиль подзолистых почв дифференцирован по содержанию ила: подзолистый горизонт обеднен, а иллювиальный по сравнению с ним заметно обогащен илистой фракцией. В почвах, развитых на песках, такой закономерности нет. По данным валового химического состава видно, что подзолистый горизонт обеднен оксидами железа и алюминия, но обогащен кремнеземом. Почва характеризуется отсутствием в профиле карбонатов. Гумуса содержится мало (от 0,5 до 2-4 %), он сосредоточен в небольшом по мощности горизонте (2-3 см). Тип гумуса – фульватный. Почвы подзолистого типа отличаются невысокой ЕКО (от 2-4 м-экв/100 г в песчаных почвах до 12-17 мг-экв/100 г в супесчаных), низкой насыщенностью основаниями ($V = <50\%$), кислой реакцией.

2. Дерново-подзолистые почвы. Тип профиля $\text{A}_0 - \text{A}_1(\text{Апах}) - \text{A}_1\text{A}_2 - \text{A}_2 - \text{A}_2\text{B} - \text{B}_1 - \text{B}_2 - \text{BC} - \text{C}$.

В дерново-подзолистой почве наблюдаются такие же особенности в распределении илистой фракции, кремнезема и полуторных ок-

сидов по профилю, как и в подзолистой. В верхнем горизонте происходит аккумуляция Са и Mg. Для почв легкого гранулометрического состава характерно слабое увеличение содержания кремнезема в аккумулятивном горизонте наряду с усиленным выносом полуторных оксидов. Карбонаты в профиле дерново-подзолистых почв отсутствуют. Исключение составляют почвы, сформированные на карбонатных породах. Остаточные карбонатные роды отличаются от обычных вскипанием от 10 % HCl в гор. В или ВС. Общее содержание гумуса – значительное в аккумулятивном горизонте (2-6 %), но резко падает в нижележащих слоях. Повышенная гумусированность, по сравнению с аналогичными почвами европейской части России, характерна не только для пахотных почв, где это может быть связано с окультуриванием, но и для почв, не вовлеченных в пашню. Тип гумуса – гуматно-фульватный. Почвы отличаются малой емкостью катионного обмена (10-15 м-экв/100 г) при низкой степени насыщенности основаниями (50-70 % верхней части профиля); высокой актуальной и потенциальной кислотностью верхней части профиля (особенно у целинных почв под лесом). Дерново-подзолистые почвы земледельческой части Красноярского края отличаются от своих аналогов из западных районов страны повышенной емкостью катионного обмена и менее кислой реакцией. Слабокислая реакция в пахотном горизонте переходит в кислую в нижних горизонтах; заметно выражена гидролитическая кислотность.

3. Серые лесные почвы. Тип профиля – А₀ – А₁(Апах) – А₁А₂ – А₂В – В – ВС – С.

По гранулометрическому составу серые лесные почвы бывают самыми разнообразными, но чаще – тяжелосуглинистыми и глинистыми. Распределение механических фракций по профилю свидетельствует о четкой обособленности генетических горизонтов. Пролетивается вынос илистой фракции из верхних горизонтов в иллювиальный. Верхние горизонты серых лесных почв обеднены полуторными оксидами и обогащены кремнекислотой. Эта закономерность наиболее четко выражена у светло-серых лесных почв и в меньшей степени – у темно-серых. В профиле серых лесных почв карбонаты отсутствуют. В случае развития почв на карбонатных породах и выделения остаточных карбонатных родов возможно вскипание от 10 % HCl в гор. В. В основе разделения серых лесных почв на подтипы светло-серых, серых и темно-серых лежат не только различия в морфологическом

строении, но и качественные и количественные различия в содержании гумуса (табл. 11). В темно-серых почвах количество гумуса вниз по профилю уменьшается постепенно. В этом отношении они близки к черноземам, но заметно отличаются от светло-серых и серых лесных почв, для которых характерно более резкое падение гумуса с глубиной.

В гумусе светло-серых лесных почв фульвокислоты преобладают над гуминовыми, в серых лесных почвах их содержание одинаково, а в темно-серых – больше гуминовых кислот. Светло-серые лесные почвы – кислые и не насыщены основаниями ($V=70-80\%$). Емкость катионного обмена в гумусовом горизонте составляет 14-18 м-экв/100 г и возрастает в иллювиальном горизонте. Подтип серые лесные почвы характеризуется кислой реакцией и некоторой ненасыщенностью основаниями, хотя и в несколько меньшей степени, чем светло-серые лесные почвы. ЕКО в зависимости от гранулометрического состава и содержания гумуса в гор. A_1 (Апах) колеблется в пределах 18-30 м-экв/100 г.

Таблица 11 – Гумусное состояние серых лесных почв

Показатель	Светло-серая	Серая	Темно-серая
Мощность гумусового горизонта, см	15-20	25-30	30-40
Содержание гумуса в горизонте A_1 , %	2-3	3-4	4-5
Запас гумуса, т/га в метровом слое	100-150	200	250-300

В темно-серых почвах по сравнению с другими подтипами отмечаются более благоприятные физико-химические свойства. ЕКО в верхнем горизонте составляет от 15-20 до 35-45 м-экв/100 г. Они имеют более высокую насыщенность основаниями ($V=80-90\%$). Реакция среды – чаще слабокислая.

4. Черноземы. Тип профиля – $A(A_1, A_{пах}) - AB(A_1A_2) - B(A_2B) - B_k - B_{ск} - C_k$.

Черноземные почвы весьма разнообразны по гранулометрическому составу. Общая их особенность – отсутствие заметных изменений гранулометрического состава в процессе почвообразования. Лишь в оподзоленных черноземах и частично выщелоченных наблюдается небольшое увеличение илистой фракции вниз по профилю.

Некоторое обеднение илом верхней части профиля отмечается также в солонцеватых и осолоделых черноземах. Особенность химического состава – относительная однородность распределения SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 по профилю, иллювиальный характер распределения карбонатов и выщелоченность почв от легкорастворимых солей. Глубина залегания карбонатов является диагностическим признаком подтипов черноземов (табл. 12).

Таблица 12 – Глубина залегания карбонатов в черноземах

Подтип	Горизонт	Глубина, см
Оподзоленный	С	150
Выщелоченный	В	70-90
Обыкновенный	АВ-В	20-40
Южный	А	0-20

Содержание гумуса в черноземах сильно варьирует (5-12 %). Это зависит от условий почвообразования и гранулометрического состава. В распределении гумуса наблюдается постепенное уменьшение его содержания с глубиной. Гумус черноземов отличается преобладанием гуминовых кислот ($\text{Сгк:Сфк} > 1,5-2$). Черноземы характеризуются высокой емкостью поглощения (30-70 м-экв/100 г), насыщенностью ППК основаниями, близкой к нейтральной реакцией среды. В составе обменных катионов главная роль принадлежит Ca^{++} и Mg^{++} , составляющих 15-20 % от суммы. В оподзоленных и выщелоченных черноземах в ППК присутствует обменный водород ($V=80-90$ %). Гидролитическая кислотность может достигать 5-7 м-экв/100 г. В обыкновенных и южных черноземах в составе поглощенных катионов находится небольшое количество Na^+ и несколько возрастает доля Mg^+ . В черноземах солонцеватых отмечается повышенное количество поглощенного Na^+ . Горизонты, содержащие свободные карбонаты, имеют слабощелочную реакцию (рН 7,5-8,5).

5. Каштановые. Тип профиля: А (Апах) – Вк – (В₁, В₂) – ВСк – Ск.

Для типичных каштановых почв характерно равномерное распределение илистой фракции по всему профилю. В солонцеватых родах наблюдается заметное ее перемещение из верхнего горизонта в горизонт В. Валовое содержание кремнекислоты в каштановых поч-

вах по всему профилю одинаково. Лишь в горизонте А осолоделых каштановых почв отмечается повышенное содержание SiO_2 . Количество полуторных оксидов определяется степенью солонцеватости и осолодения. Как правило, в гор. В таких почв обнаруживается заметное увеличение полуторных окислов. Карбонаты отмечаются с поверхности или ниже гумусового горизонта. Степень гумусированности каштановых почв является основным критерием для их разделения на подтипы (табл. 13).

Таблица 13 – Разделение каштановых почв на подтипы по степени гумусированности

Подтип	Содержание гумуса в горизонте 0-15 см (дерновом или пахотном)*, %	
	глинистые, тяжело- и среднесуглинистые	легкосуглинистые и пылевато-супесчаные
Темно-каштановые	6,0-4,0 (5)	2,5-3,0 (4)
Каштановые	2,2-3,2 (4)	1,5-2,5 (3)
Светло-каштановые	1,5-2,2 (2,5)	1,0-1,5 (2)

*В скобках приведены показатели для целинных и старозалежных почв.

Распределение гумуса по профилю темно-каштановых почв равномерное. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. В составе ППК незначительное количество (около 1 м-экв/100 г) приходится на поглощенный натрий. Реакция верхних горизонтов почвы слабощелочная ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - 7,2-7,3$). В нижних горизонтах щелочность увеличивается. Каштановые почвы занимают переходное положение между темно-каштановыми и светло-каштановыми. Емкость катионного обмена в каштановых суглинистых колеблется от 20 до 30 м-экв/100 г, в светло-каштановых она составляет 15-25 м-экв/100 г. В составе ППК преобладают Ca^{++} и Mg^{++} , содержание которых равно 85-97 % емкости поглощения, от 3 до 15 % приходится на обменный Na^+ . $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ слабощелочной в верхних горизонтах (7,2-7,5), в нижних – щелочной (превышает 8,0).

6. Солонцы. Тип профиля – А(Апах) – В₁ – В₂ – ВС – С.

По гранулометрическому составу солонцы обычно суглинистые и глинистые. Гранулометрический состав профиля неоднороден. Го-

ризонт А обеднен илистой фракцией, В₁ содержит повышенное количество ила. Валовой состав минеральной части также неоднороден. Горизонт А обеднен полуторными оксидами и обогащен кремнеземом, В₁ всегда содержит повышенное количество полуторных оксидов по сравнению с верхними горизонтами. Содержание гумуса колеблется в широких пределах в зависимости от зоны, в которой они формируются (1,5-10 %). В солонцах степи в составе гумуса преобладают фульвокислоты. В лесостепных солонцах фульвокислоты преобладают в составе гумуса лишь в гор. А, он ниже гуматного состава. Среди поглощенных катионов наряду с Ca⁺⁺ и Mg⁺⁺ содержится большое количество Na⁺, достигая в гор. В₁ более 20 % от емкости катионного обмена. ЕКО варьирует от 10-15 до 40-50 м-экв/100 г почвы, наибольшая ее величина характерна для солонцового горизонта В₁. Реакция почвенного раствора в нижней части профиля щелочная, в надсолонцовом горизонте нейтральная или слабощелочная. Солонцы – засоленные на глубине почвы. Легкорастворимые соли содержатся в подсолонцовом и глубоколежащих горизонтах. В этих же горизонтах присутствуют гипс и карбонаты.

7. Солончаки. Тип профиля – Ас – Вс – Сс.

По гранулометрическому составу солончаки чаще всего суглинистые и глинистые. Равномерное распределение илистых частиц, кремния и полуторных оксидов – одна из характерных особенностей типичных солончаков. Содержание гумуса в верхних горизонтах солончаков колеблется от 0,5 до 5(8) %. Наиболее гумусированы солончаки лесостепной зоны. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Емкость катионного обмена солончаков – низкая, 10-20 м-экв/100 г. Но в некоторых высокогумусных луговых солончаках лесостепной зоны она достигает 50-60 м-экв/100 г. В составе ППК преобладают Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, имеется Na⁺. Реакция солончаков, засоленных нейтральными солями, слабощелочная; содовые солончаки отличаются очень высокой щелочностью.

Материалы и оборудование: учебное пособие, конспекты лекций, карточки-задания.

Задание 1

1. Изучите показатели химического анализа почвы по карточке-заданию («слепые» таблицы без указания, к каким почвам относятся

представленные результаты). Карточки-задания выдаются преподавателем.

2. Выделите наиболее диагностические показатели данной почвы.

3. Дайте генетическое название почвы на уровне типа и подтипа, выполнив детальный разбор данных. Записать основные выводы.

Обсуждение результатов

Завершив анализ данных и убедившись в правильности их «прочтения», студент защищает работу. Преподаватель выбирает 4-5 защищенных карточек-заданий и поручает одному из студентов обобщить диагностические свойства этих почв, выделяя общие и отличительные характеристики.

Карточки-задания

Вариант 1

Глубина, см	Гумус, %	C:N	CO ₂ , %	Поглощенные, мг-экв. на 100 г				рН водный
				Ca	Mg	Na	Сумма	
0-10	1,7	7,6	3,1	10,9	1,9	0,1	13,8	8,0
25-35	0,9	6,5	4,2	11,0	1,8	0,1	13,5	8,0
45-55	0,6	5,8	7,2	11,0	1,8	0,1	13,4	8,0
55-65	0,5	5,8	8,7	11,0	3,7	0,1	15,2	8,0
85-95	0,3	-	11,4	7,2	3,7	0,1	11,2	8,2
135-145	-	-	9,7	-	-	-	-	8,2
210-220	-	-	8,2	7,4	5,4	0,1	13,0	8,5

Вариант 2

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	C:N	рН водной суспензии	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			CO ₂ , %
					Ca	Mg	Na	
0-15	11,2	0,51	12,6	6,9	38,2	6,4	0,3	-
15-25	6,3	0,28	13,0	6,9	28,7	5,2	0,2	-
25-33	3,1	0,16	11,2	7,4	23,6	5,4	0,3	0,31
33-45	2,2	-	-	7,9	-	-	-	6,31
45-55	1,7	-	-	7,8	-	-	-	5,67
67-75	1,1	-	-	8,0	-	-	-	4,32
90-100	0,7	-	-	7,8	-	-	-	3,18
130-140	-	-	-	7,6	-	-	-	2,32

Вариант 3

Глубина, см	Гумус, %	рН суспензии		Обменные катионы, мг-экв. на 100 г			Содержа- ние частиц < 0,001 мм, %
		водной	солевой	Ca ²⁺	Mg ²⁺	сумма	
0-4	5,4	6,6	5,7	13,8	1,2	15,0	6,4
4-9	2,9	6,4	5,4	8,2	0,7	8,9	5,9
10-15	1,3	5,3	4,4	4,1	0,5	4,6	5,2
17-22	0,4	4,9	4,2	3,0	0,2	3,3	5,5
25-35	-	5,2	3,9	2,7	0,4	3,1	4,4
40-50	-	5,5	4,2	11,3	5,1	16,4	24,0
55-60	-	5,7	4,8	10,3	4,1	14,3	-
70-80	-	4,9	4,6	5,9	2,1	7,9	-
90-100	-	4,4	4,1	7,2	2,5	9,7	10,9
105-115	-	5,4	4,9	12,1	4,5	16,5	9,0

Вариант 4

Глубина, см	Гумус %	Азот	Обменные катионы, мг-экв/100 г			рН водный	СО ₂ карбонатов, %
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	сумма		
0-10	4,8	0,26	30	4	34	7,2	1,5
20-30	3,7	0,17	29	3	32	7,2	1,5
40-50	2,5	0,13	21	3	24	7,5	3,3

Вариант 5

Глубина, см	Гумус, %	C:N	СО ₂ , %	Поглощенные, мг-экв на 100 г				рН водный
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	сумма	
0-10	1,7	7,6	3,1	10,9	1,9	0,1	13,8	8,0
25-35	0,9	6,5	4,2	11,0	1,8	0,1	13,5	8,0
45-55	0,6	5,8	7,2	11,0	1,8	0,1	13,4	8,0
55-65	0,5	5,8	8,7	11,0	3,7	0,1	15,2	8,0
85-95	0,3	-	11,4	7,2	3,7	0,1	11,2	8,2
135-145	-	-	9,7	-	-	-	-	8,2
210-220	-	-	8,2	7,4	5,4	0,1	13,0	8,5

Вариант 6

Глубина, см	pH вод.	Гумус, %	C:N	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			CO ₂ , %	Гранулометрический состав, %	
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	сумма		<0,001 мм	<0,01 мм
0-10	6,8	5,8	13,3	46,6	9,9	56,5	0,1	33	53
25-35	6,8	4,1	10,6	37,0	7,9	44,9	0,4	33	53
50-60	6,9	2,5	11,7	29,0	5,1	34,1	0,6	33	55
75-85	7,5	1,8	10,3	24,7	5,0	29,7	6,3	31	53
100-110	7,5	0,8	9,0	20,1	5,0	25,1	7,3	32	54
125-135	8,0	0,2	3,6	-	-	-	8,4	31	55

Вариант 7

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	C:N	pH водный	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			CO ₂ , %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
0-10	14,8	0,75	11,7	6,6	51,5	8,5	-	-
15-25	8,9	0,51	10,0	6,8	43,7	7,8	-	-
27-37	3,1	0,16	11,3	6,9	26,3	6,2	-	0,20
42-52	1,5	-	-	7,2	24,3	6,3	-	2,44
70-80	-	-	-	7,4	-	-	-	5,32
100-110	-	-	-	7,4	-	-	-	3,51

Вариант 8

Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH _{ксл}	V, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺		H ⁺	Al ³⁺		
0-20	9,3	30,7	7,2	6,3	0,09	0,10	5,2	86
20-30	6,5	26,0	6,3	8,0	0,07	0,02	4,8	80
40-45	2,6	25,3	4,6	6,4	0,09	0,11	4,4	82
60-65	1,3	25,3	4,2	4,5	0,15	0,34	4,2	87
80-85	1,1	25,8	5,0	4,0	0,09	0,12	4,3	88
110-120	0,9	33,5	5,5	3,7	0,07	0,02	4,6	91
150-160	0,8	28,7	5,5	3,4	0,06	0,02	4,7	91

Вариант 9

Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		рН _{ксл}	V, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺		H ⁺	Al ³⁺		
2-8	10,9	34,9	5,9	7,6	0,13	0,11	4,8	85
10-15	5,7	19,6	4,2	8,3	0,13	0,36	3,8	74
20-30	4,2	18,7	5,4	9,0	0,11	0,19	4,0	73
44-45	2,0	23,1	4,2	5,4	0,10	0,12	4,1	84
70-80	1,2	28,9	7,2	4,0	0,13	0,13	4,1	90
110-120	0,6	29,0	6,8	2,9	0,08	0,07	4,6	92

Вариант 10

Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		рН _{ксл}	V, %
		Ca ²⁺	Mg ²⁺		H ⁺	Al ³⁺		
2-13	11,8	30,0	6,8	5,5	-	-	4,4	87
14-24	3,7	13,7	3,9	4,8	-	-	3,8	79
30-40	1,4	25,2	7,2	4,1	-	-	3,7	89
50-60	1,4	31,3	8,1	2,8	-	-	4,1	95
60-70	1,4	30,7	8,0	1,2	-	-	4,4	97
80-90	1,1	32,6	8,0	0,6	-	-	4,8	88
125-135	0,5	35,2	8,9	0,5	-	-	5,3	99

Вариант 11

Глубина, см	Гумус, %	рН _{ксл}	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al ³⁺	H ⁺		
0-7	6,6	6,0	0,09	0,06	1,2	26,0
7-17	2,2	6,4	0,04	0,06	0,8	15,0
35-42	0,8	4,9	0,11	0,06	1,5	25,6
70-80	0,6	4,7	0,20	0,11	1,4	26,3

Вариант 12

Глубина, см	Гумус, %	pH _{ксл}	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al ³⁺	H ⁺		
0-6	14,0	4,9	0,11	0,07	2,6	39,6
6-16	6,3	4,5	0,07	0,05	5,4	26,6
20-30	3,0	4,2	0,18	0,05	4,0	22,4
45-55	1,2	3,9	0,67	0,05	3,2	29,0
70-80	0,9	4,0	0,65	0,10	3,0	33,1

Вариант 13

Глубина, см	Гумус, %	pH _{ксл}	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al ³⁺	H ⁺		
0-11	9,2	5,9	Нет	0,05	1,6	47,0
15-25	2,5	5,5	Нет	0,05	1,5	28,7
35-45	0,9	4,5	0,07	0,05	2,2	25,7
50-60	0,8	4,6	0,10	0,05	0,9	32,6

Вариант 14

Глубина, см	Гумус, %	pH _{ксл}	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Сумма об- менных ос- нований, мг-экв/100 г
			Al ³⁺	H ⁺		
0-4	12,2	5,8	0,02	0,09	1,1	35,0
4-15	7,0	5,9	0,04	0,01	1,5	33,8
15-28	3,2	5,9	0,01	0,04	1,3	33,0
28-40	1,4	5,1	0,01	0,06	1,3	32,2
50-60	0,9	5,2	0,01	0,09	1,3	29,1

Вариант 15

Глубина, см	Гумус, %	pH _{ксл}	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Сумма обмен- ных оснований, мг-экв/100 г
			Al ³⁺	H ⁺		
3-8	11,2	6,1	Не опр.	Не опр.	1,7	40,1
8-16	4,7	5,6	«	«	2,1	31,5
18-28	2,5	5,0	«	«	2,3	30,0
55-65	0,9	4,9	«	«	1,7	28,4

Вариант 16

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				pH _{вод}	V, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	сумма		
Апах	0-20	11,3	Нет	35,7	5,7	0,5	41,9	5,7	98,9
А	22-32	8,3	«	32,3	4,5	0,3	37,1	5,9	99,4
АВ	40-46	2,6	«	28,0	6,2	0,6	34,8	6,0	98,3
АВ	50-60	2,3	«	25,2	6,0	0,7	31,9	5,6	98,3
В ₁	70-80	1,0	«	30,3	6,6	0,1	36,7	7,2	99,9
В ₂	90-100	0,6	3,0	-	-	-	-	8,6	-
В _{3к}	125-135	0,5	3,3	-	-	-	-	8,6	-

Вариант 17

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				pH _{вод}	V, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	сумма		
Апах	0-22	12,1	Нет	46,9	7,7	0,7	55,3	5,8	98,9
А	22-32	10,2	«	43,4	9,9	0,5	53,8	5,7	99,5
АВ	41-51	3,3	«	43,2	6,8	0,2	50,2	6,1	99,7
АВ	51-61	2,0	«	43,8	7,1	0,1	51,0	6,6	99,9
В ₁	70-80	1,3	«	44,4	7,1	0,1	51,6	7,1	99,9
В _{2к}	130-140	1,0	5,0	-	-	-	-	8,6	-
Ск	210-220	0,8	7,8	-	-	-	-	8,6	-

Вариант 18

Горизонт	Глубина, см	pH вытяжки		Гумус, %	CO ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод	сол.			Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Сумма	
Апах	0-20	6,8	5,8	4,9	Нет	24,3	2,3	0,1	26,7	99,5
А ₁ А ₂	25-35	6,4	5,4	2,4	«	20,1	3,0	0,1	23,2	99,6
АВ	40-50	6,6	5,4	1,5	«	20,1	3,5	0,1	23,7	99,4
В ₁	60-70	6,5	5,1	0,8	«	19,2	4,4	0,1	23,7	99,3
В ₂	80-90	6,6	-	0,8	0,4	-	-	-	-	-
Ск	190-200	7,8	-	0,3	1,4	-	-	-	-	-

Вариант 19

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Са ²⁺	Mg ²⁺ ₊	Н ⁺	сум- ма	
Апах	0-20	-	5,6	5,8	нет	26,6	3,3	0,1	30,0	99,8
А ₁ А ₂	25-35	-	6,0	4,3	«	25,7	4,1	0,1	29,9	99,8
АВ	40-50	-	5,9	1,8	«	19,2	3,6	0,1	22,9	99,7
В ₁	50-60	-	5,6	0,8	«	16,2	4,2	0,1	20,5	99,4
В ₂	75-85	-	4,7	0,5	«	15,8	4,0	0,1	19,9	99,3
В ₃	140-150	-	4,5	0,2	«	-	-	-	-	-

Вариант 20

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катио- ны, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Са ²⁺	Mg ²⁺ ₊	Н ⁺	сум- ма	
Апах	0-22	5,8	4,5	7,8	нет	35,4	5,1	0,5	41,0	98,7
А ₁ А ₂	23-34	5,9	4,2	3,7	«	26,3	5,9	0,6	32,8	98,5
АВ	35-45	5,8	4,1	2,3	«	28,5	3,1	0,7	32,3	97,7
В ₁	70-80	6,0	4,2	1,1	«	25,8	2,6	0,2	28,6	99,2
В ₂	90-100	6,1	4,2	0,7	«	26,3	3,0	0,1	29,4	99,9
В _{3к}	120-130	8,3	-	0,6	2,8	-	-	-	-	-

Вариант 21

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Са ²⁺	Mg ²⁺	Н ⁺	сум- ма	
А ₁	2-14	-	4,6	8,6	нет	29,4	5,8	1,8	37,0	95,1
А ₁ А ₂	15-25	-	4,4	3,7	«	24,9	3,3	1,9	30,1	93,7
АВ	35-45	-	4,3	2,9	«	23,6	2,9	1,4	27,9	95,0
В ₁	55-65	-	4,5	1,9	«	24,5	4,5	1,7	30,7	94,5
В ₂	75-85	-	4,5	0,8	«	22,2	4,5	0,5	27,8	98,2
В ₂	90-100	-	5,1	0,8	«	22,8	4,5	0,3	27,6	99,3
В ₃	140-150	-	5,2	0,5	1,5	-	-	-	-	-

Вариант 22

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Са ²⁺	Mg ²⁺	Н ⁺	сум- ма	
Апах	0-16	-	5,1	3,9	нет	17,4	2,8	0,3	20,4	98,8
А ₁ А ₂	20-30	-	5,0	2,9	«	15,5	2,8	0,2	18,5	99,1
А ₂ В ₁	30-40	-	4,1	1,2	«	15,8	2,4	1,9	20,2	89,9
В ₁	50-60	-	3,9	0,8	«	19,3	2,9	1,8	24,1	92,4
В ₁	60-70	-	4,0	0,7	«	22,2	2,9	1,9	27,1	92,8
В ₂	90-100	7,6	5,0	0,6	«	25,0	2,9	0,2	28,1	99,4
В _{3к}	120-130	7,3	-	0,7	1,5	-	-	-	-	-

Вариант 23

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Са ²⁺	Mg ²⁺	Н ⁺	сум- ма	
Апах	0-20	5,3	4,9	3,1	нет	19,3	2,1	0,2	21,6	99,1
А ₂ В ₁	25-35	5,8	4,9	1,3	«	15,4	2,3	0,1	17,8	99,5
В ₁	38-48	5,8	4,7	0,8	«	14,5	3,0	0,1	17,6	99,5
В ₂	65-75	5,1	4,0	0,6	«	18,3	4,7	1,2	24,2	95,0
В ₃	90-100	5,0	3,9	0,6	«	17,2	4,6	0,9	22,7	96,1
С	180-190	5,1	4,0	0,5	«	20,5	5,6	0,3	26,4	98,9

Вариант 24

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Са ²⁺	Mg ²⁺	Н ⁺	сум- ма	
А ₁	4-14	-	5,0	8,0	нет	19,8	3,4	1,5	24,7	93,9
А ₁ А ₂	14-22	-	5,1	3,3	«	11,4	1,9	1,1	14,4	92,3
А ₂ В ₁	22-32	-	4,7	1,7	«	11,6	2,5	1,2	15,3	92,9
В ₁	32-42	-	4,2	0,6	«	18,8	5,9	1,9	26,6	92,9
В ₂	44-54	-	4,1	0,5	«	18,2	8,0	2,0	28,2	92,9
В ₂	60-70	-	4,2	0,5	«	18,7	7,1	2,1	27,9	92,5
В _{3к}	120-130	8,0	-	-	1,3	-	-	-	-	-

Вариант 25

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН вытяжки		S	Нг	Сумма частиц, % размер, мм	
			вод.	сол.			МГ-ЭКВ/100 г	
A ₁	0-10	4,0	6,2	4,8	18,0	3,7	11	18
A ₂	10-20	2,0	6,4	4,8	6,8	2,5	8	16
A ₂ B	20-30	0,4	6,4	5,2	3,2	2,6	9	19
B	40-50	0,2	6,4	4,9	4,4	1,8	10	22

Вариант 26

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Нг	рН _{сол.}	Сумма частиц, % размер, мм	
						МГ-ЭКВ/100 г	
A	0-20	10,4	59	1,5	6,4	31	61
B	22-30	6,3	52	1,3	6,4	35	62
BC	40-50	1,8	35	1,3	6,4	30	57
C	70-80	1,0	-	-	6,6	30	58

Вариант 27

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Нг	рН _{сол.}	Сумма частиц, % размер, мм	
						МГ-ЭКВ/100 г	
Апах	0-20	9,4	49	-	6,4	21	64
A	20-30	9,7	50	-	6,4	24	62
B	30-40	3,9	38	-	6,4	41	71
BC	40-50	1,7	31	-	6,4	40	68
BC	50-60	1,0	28	-	6,5	40	65
C	80-90	0,7	-	-	7,2	39	63

Вариант 28

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Нг	рН _{сол.}	Сумма частиц, % размер, мм	
						МГ-ЭКВ/100 г	
A	0-21	9,8	44	3,3	6,0	55	73
A	21-31	4,9	38	3,5	5,8	52	71
B	35-45	2,9	34	2,5	5,6	49	71
BC	46-57	1,1	32	1,8	6,0	50	76
C	63-73	1,0	30	1,0	6,2	50	65

Вариант 29

Горизонт	Глубина, см	Гумус,%	S	Hг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
Апах	0-10	12,3	60,5	2,4	96	6,1
A	15-25	11,0	63,9	1,2	98	6,5
B	35-40	3,9	40,2	1,8	95	5,7
BC	55-65	1,1	30,3	1,5	94	5,6

Вариант 30

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Hг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
Апах	0-10	9,1	49,0	2,6	94	6,2
A	20-35	7,5	46,1	2,3	96	6,0
B ₁	40-50	3,1	29,2	4,5	86	5,2
B ₁	40-50	5,0	29,4	5,3	86	5,4
B ₂	75-85	0,9	28,4	4,5	86	4,8
B ₂	78-88	0,6	-	7,2	-	5,6
BC	115-125	0,5	-	1,1	-	5,8

Вариант 31

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Hг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
A ₁	0-5	12,2	56,9	2,9	95	6,1
A ₁	5-10	13,9	49,2	3,1	94	6,3
A ₁ A ₂	23-30	5,3	26,3	8,6	75	4,8
A ₂ B	60-70	2,3	-	9,1	-	4,7
B	100-110	0,9	-	7,0	-	4,3

Вариант 32

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Hг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
A ₁	0-20	3,6	42,3	2,5	94	6,0
A ₁ A ₂	25-35	2,7	36,0	3,2	92	5,6
B ₁	51-61	1,8	34,1	-	-	5,2
B ₂	73-83	0,9	36,6	-	-	5,0
B ₃	100-110	0,5	34,9	-	-	5,6

Вариант 33

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Нг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
A	0-20	13,8	48	13,5	79	5,0-5,8
A	25-35	7,2	39	12,5	77	4,8-5,8
B ₁	45-55	3,5	29	8,1	78	4,8-5,8

Вариант 34

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S	Нг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
A	0-20	14,0	55	6,7	89	5,8-7,0
A	25-35	9,3	53	3,9	93	5,8-6,4
B ₁	45-55	5,8	39	6,0	88	5,4-6,8

Вариант 35

Глубина, см	Гумус, %	C:N	S	Нг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
0-20	6,8	10	48	2,2	96	6,5
27-37	3,6	10	42	1,5	97	6,6
46-56	1,5	10	-	-	-	7,2
70-80	1,2	9	-	-	-	7,2

Вариант 36

Глубина, см	Гумус, %	C:N	S	Нг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
0-20	10,3	12	55	3,6	94	6,1
25-35	8,3	13	49	3,6	93	6,4
42-52	3,2	10	34	3,2	92	5,9
60-70	1,1	10	31	1,9	94	5,8

Вариант 37

Глубина, см	Гумус, %	C:N	S	Нг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 г			
0-20	10,8	12	48	5,2	90	5,8
30-40	9,3	12	45	5,4	89	5,7
45-55	2,5	10	33	2,8	92	6,4
70-80	1,4	9	32	1,6	95	6,5

Вариант 38

Глубина, см	Гумус, %	C:N	S	Нг	V, %	pH _{сол.}
			МГ-ЭКВ/100 Г			
0-20	5,0	11	41	2,3	95	6,2
28-38	2,1	7	34	3,6	91	5,4
41-51	0,9	5	35	2,3	94	5,3
61-71	0,7	4	32	1,2	96	5,7

Вариант 39

Гори- зонт	Глуби- на, см	Гу- мус, %	C:N	pH вытяжки		Поглощен- ные катионы, МГ-ЭКВ/100 Г		Нг, МГ- ЭКВ/100 Г	V, %
				вод.	сол.	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
A ₁ A ₂	0-10	5,2	18	6,2	5,8	20	4	13	65
A ₂	20-30	2,5	16	5,8	4,8	16	3	13	60
A ₂	35-45	2,2	14	5,6	4,6	15	3	11	63
A ₂ B ₁	50-60	1,6	-	5,4	4,2	19	3	5	76
B ₁	70-80	0,8	-	5,2	4,0	24	4	9	76
B ₁	100-110	0,4	-	5,4	4,6	-	-	-	-
B ₂	140-150	0,4	-	6,0	5,5	-	-	-	-

Вариант 40

Гори- зонт	Глуби- на, см	Гу- мус, %	C:N	pH вытяжки		Поглощен- ные катионы, МГ-ЭКВ/100 Г		Нг, МГ- ЭКВ/100 Г	V, %
				вод.	сол.	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
A ₁ A ₂	0-6	3,8	16	6,4	6,0	14	4	6	76
A ₂	6-16	1,5	15	6,2	5,8	10	4	5	75
A ₂ B ₁	20-26	0,2	15	6,0	5,8	11	4	4	79
B ₁	30-40	0,8	-	6,2	5,6	16	4	2	89
B ₂	60-70	0,4	-	6,4	5,8	17	4	2	91
B ₃	80-90	0,3	-	6,4	6,0	6	2	1	91
B ₄	120-130	0,2	-	6,6	6,2	-	-	-	-
CD	135-145	-	-	6,8	6,4	-	-	-	-

Вариант 41

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-5	7,7	-	7,0	33	6	нет
A	5-10	7,4	-	7,0	31	6	«
AB ₁	15-20	5,8	-	7,2	25	6	«
AB ₂	27-32	2,5	-	7,4	12	3	«
CDк	43-48	0,3	7	7,8	-	-	«

Вариант 42

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-10	3,4	-	6,5	20,8	4,2	-
AB ₁	20-25	2,3	-	6,8	18,5	4,1	-
AB ₂	30-35	0,8	-	6,9	16,2	4,1	-
BC	40-45	0,6	-	7,0	15,0	4,0	-
Ск	60-65	-	1	7,0	16,2	3,8	-

Вариант 43

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-10	8,6	-	7,0	35	9	1
AB ₁	20-25	3,1	-	7,1	29	10	2
AB ₂ к	30-35	1,3	2	7,3	24	8	2
BCк	40-45	1,1	5	7,5	21	7	2
Ск	60-65	-	5	7,9	19	6	1

Вариант 44

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-10	5,7	-	7,0	31	9	2
AB ₁	15-20	3,4	-	7,1	30	9	2
AB ₂ к	25-30	1,8	3	7,5	22	8	1
BCк	40-45	0,5	6	7,8	21	7	1
Ск	80-85	-	4	8,0	18	6	1

Вариант 45

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-10	5,9	-	7,2	24	9	2
AB ₁	20-25	4,8	-	7,2	22	9	2
AB _{2к}	30-35	2,8	2	7,5	16	7	2
BCк	40-45	1,0	6	7,9	17	7	1
Ск	60-65	0,5	2	8,3	14	5	1

Вариант 46

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-10	4,6	-	7,2	25	7	2
AB ₁	15-20	3,3	-	7,4	24	7	2
AB _{2к}	25-30	1,4	2	7,7	18	6	2
BCк	40-45	1,0	7	8,1	15	6	1
BCк	60-65	0,9	6	8,3	16	6	1

Вариант 47

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-5	5,4	-	7,0	16	3	Нет
A	5-10	3,0	-	7,0	16	3	«
AB ₁	17-22	1,9	-	7,0	15	3	Следы
AB ₂	27-32	1,5	-	7,2	14	2	«
Ск	56-61	0,7	5	7,3	-	-	«

Вариант 48

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-10	4,6	-	7,0	23	7	Следы
AB ₁	10-20	2,3	-	7,1	22	5	1
AB _{2к}	20-30	2,0	1	8,1	15	5	1
Ск	40-50	-	5	8,2	13	6	1

Вариант 49

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Ак	0-10	4,8	4	7,4	-	-	2
AB _{1к}	15-20	3,5	7	7,6	-	-	3
AB _{2к}	30-35	1,3	11	7,6	-	-	3
Ск	60-65	-	16	7,8	-	-	3

Вариант 50

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
А	0-10	5,0	-	7,4	26	8	1
AB ₁	10-15	4,1	-	7,6	22	8	1
AB ₂	20-25	2,7	1	7,6	20	7	1
AB _{2к}	40-45	1,0	3	7,8	17	7	1

Вариант 51

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
А	0-15	3,4	-	7,8	19,9	7	1
AB _{1к}	15-20	1,9	-	7,7	16,4	6	2
AB _{2к}	20-25	1,1	-	7,3	15,0	7	2
Ск	35-40	0,5	-	7,0	11,6	6	2

Вариант 52

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Ак	0-10	3,4	5	7,7	-	-	2
AB _{1к}	10-15	3,1	8	7,9	-	-	2
AB _{2к}	20-25	1,8	13	8,0	-	-	3
Ск	40-45	-	13	8,0	-	-	3

Вариант 53

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A	0-15	3,3	следы	7,8	21	7	Следы
AB ₁	15-20	2,0	«	7,8	21	7	«
AB _{2к}	20-25	1,1	3	8,0	19	7	«
Ск	30-35	-	3	8,0	19	7	«

Вариант 54

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A ₁	0-4	4,3	-	7,2	15	5	2
B _{1к}	6-16	3,7	-	8,9	-	-	6
B _{2к}	30-40	1,5	4	7,5	-	-	6
Скс	70-80	0,6	4	7,5	-	-	4

Вариант 55

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A ₁	0-4	3,7	-	7,0	17	6	2
B _{1к}	5-7	2,6	-	7,0	17	6	2
B _{1к}	8-16	3,1	следы	8,0	17	8	5
B _{2кs}	20-30	1,3	5	8,5	-	-	6
Скс	40-50	0,8	18	8,5	-	-	4

Вариант 56

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ , %	pH _{вод.}	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
A ₁	0-10	2,5	-	7,4	20	7	3
B _{1к}	11-19	2,0	-	8,4	21	10	8
B _{1к}	20-25	2,3	-	8,4	-	-	10
B _{2кs}	30-55	1,1	-	8,0	-	-	-

Вариант 57

Глубина, см	рН вытяжки		Гумус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Сумма частиц, % размер, мм	
	вод.	сол.			Са ²⁺	Мg ²⁺	<0,01	<0,001
0-10	7,6	6,6	4,0	Нет	20,6	6,5	29	16
10-20	7,2	6,0	3,5	«	21,1	5,7	24	13
25-35	8,2	7,3	2,9	3,0	20,4	11,7	25	15
50-65	8,8	8,0	1,0	4,3	7,4	9,1	17	10

Вариант 58

Глубина, см	рН вытяжки		Гумус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Сумма частиц, % размер, мм	
	вод.	сол.			Са ²⁺	Мg ²⁺	<0,01	<0,001
0-10	7,4	6,4	2,5	нет	10,9	2,8	24	13
10-20	7,1	5,7	1,7	«	10,4	2,9	22	12
20-30	7,1	5,4	1,2	«	8,9	3,1	20	11
30-38	7,1	5,4	0,9	«	9,1	3,2	19	11
50-60	7,1	5,6	0,6	«	5,5	1,8	13	6
70-80	7,5	6,0	0,2	«	3,2	1,2	12	6
90-100	8,3	7,6	0,2	2,0	-	-	14	6

Вариант 59

Глубина, см	рН вытяжки		Гумус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Сумма частиц, %, размер, мм	
	вод.	сол.			Са ²⁺	Мg ²⁺	<0,01	<0,001
0-16	6,9	-	2,3	нет	12,6	4,7	20	11
16-24	7,1	-	1,4	«	13,8	5,3	21	10
24-34	7,1	-	1,0	«	12,9	4,0	18	9
34-48	7,3	-	0,9	0,2	13,9	4,4	21	10
48-60	8,3	-	0,8	1,1	-	-	20	8
60-74	8,7	-	0,3	7,0	-	-	19	5
74-90	8,6	-	-	4,5	-	-	20	9
90-128	8,5	-	-	3,9	-	-	19	9

Вариант 60

Глубина, см	рН вытяжки		Гумус, %	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Сумма частиц, % размер, мм	
	вод.	сол.			Са ²⁺	Мg ²⁺	<0,01	<0,001
0-16	6,9	-	2,3	нет	12,6	4,7	20	11
16-24	7,1	-	1,4	«	13,8	5,3	21	10
24-34	7,1	-	1,0	«	12,9	4,0	18	9
34-48	7,3	-	0,9	0,2	13,9	4,4	21	10
48-60	8,3	-	0,8	1,1	-	-	20	8
60-74	8,7	-	0,3	7,0	-	-	19	5
74-90	8,6	-	-	4,5	-	-	20	9
90-128	8,5	-	-	3,9	-	-	19	9

Вариант 61

Глубина, см	рН вытяжки		Гумус,%	СО ₂ , %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Сумма частиц, % размер, мм	
	вод.	сол.			Са ²⁺	Мg ²⁺	<0,01	<0,001
0-10	7,4	6,8	3,0	нет	14,0	3,8	30	13
10-20	7,4	6,3	2,1	«	15,3	4,3	30	14
24-34	7,6	6,4	1,3	«	15,9	3,6	28	14
35-45	7,7	6,5	1,3	«	17,7	3,4	28	14
70-80	8,8	7,7	0,7	4,6	6,8	9,6	25	12
120-130	8,9	7,9	-	3,9	7,8	10,0	30	15

Вариант 62

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S, мг-экв/100 г	Нг, мг-экв/100 г	V, %	рН _{сол.}
Апах	0-20	2,9	8,5	2,4	78	5,3
А ₂	22-35	2,1	9,7	1,5	86	5,2
Вg	50-60	0,6	15,8	2,0	88	5,4
Сg	90-100	0,3	17,8	2,7	86	4,7

Вариант 63

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S, мг-ЭВК/100 г	Нг, мг-ЭКВ/100 г	V, %	pH _{сол.}
Апах	0-22	2,6	2,5	5,2	32	4,3
A ₂	22-32	0,3	0,9	2,4	28	4,5
A ₂	35-45	0,3	2,1	1,9	52	4,5
Bg	70-80	0,3	9,3	3,9	74	4,3
Cg	90-100	-	14,1	3,7	70	4,2

Вариант 64

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S, мг-ЭВК/100 г	Нг, мг-ЭКВ/100 г	V, %	pH _{сол.}
Апах	0-26	2,6	8,0	1,4	85	7,0
A ₂	27-37	0,6	2,3	1,5	60	5,0
B ₁ g	45-55	0,4	22,1	1,7	93	6,4
B ₂ g	75-85	-	26,6	1,2	95	5,8
CDg	140-150	-	30,2	0,6	-	7,8

Вариант 65

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные катионы, мг-ЭКВ/100 г		Нг, мг-ЭКВ/100 г	V, %	pH _{сол.}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺			
Апах	0-18	4,2	10,0	1,5	2,7	81	5,7
A ₁ g	18-27	3,2	6,7	0,2	3,2	71	5,1
A ₂ g	35-45	1,5	3,5	1,4	1,3	79	5,5
Bg	55-65	0,8	8,8	2,1	1,1	91	5,5
BDg	100-110	-	11,4	2,3	0,4	97	6,2

Вариант 66

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные катионы, мг-ЭКВ/100 г		Нг, мг-ЭКВ/100 г	V, %	pH _{сол.}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺			
Апах	0-22	1,8	1,4	0,6	3,3	38	4,4
A ₂	22-32	1,5	0,9	0,8	1,2	69	4,8
A ₂ Bg	32-42	0,5	0,9	1,0	1,2	72	4,9
Bg	42-50	-	1,6	0,8	1,2	50	4,9
BCg	60-70	-	2,7	1,6	1,2	61	5,1

Вариант 67

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	V, %	pH _{сол.}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺			
Апах	0-23	1,3	5,1	0,8	4,2	58	4,3
А ₂ В	25-35	0,4	4,7	2,2	7,0	50	3,9
В	55-65	0,3	5,3	2,5	5,1	60	3,8
Вg	85-95	-	5,7	3,1	3,2	73	4,0
Сg	140-150	-	6,3	4,1	1,8	86	4,5

Вариант 68

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	V, %	pH _{сол.}
			Ca ²⁺	Mg ²⁺			
Апах	0-23	2,0	0,8	0,7	5,5	21	4,0
А ₂	25-35	0,4	0,6	0,4	2,4	29	4,3
А ₂ Вg	40-50	0,2	0,8	0,8	2,5	40	4,2
Вg	60-70	-	4,8	2,1	12,1	36	3,8
ВСg	100-110	-	3,5	2,3	10,0	37	3,5

Вариант 69

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S, мг-экв/100 г	Нг, мг-экв/100 г	V, %	pH _{сол.}
А ₁	2-18	2,8	24,8	2,2	92	5,5
Вg	40-50	0,9	13,2	1,2	92	5,8
Сg	70-80	0,5	14,5	1,5	90	5,6

Вариант 70

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S, мг-экв/100 г	Нг, мг-экв/100 г	V, %	pH _{сол.}
А ₁	2-14	4,5	18,8	7,1	72	5,4
А ₁ Вg	14-21	2,3	16,6	2,9	85	5,0
Вg	50-60	1,2	18,0	2,0	90	5,3
Сg	90-100	0,7	13,9	2,9	83	5,0

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	S, МГ-ЭКВ/100 г	Нг, МГ-ЭКВ/100 г	V, %	pH _{сол.}
A ₁	0-15	12,0	37,2	2,9	92	6,2
A	20-30	0,9	-	-	-	6,0
B _g	45-55	0,3	29,7	1,0	97	5,9
C _g	90-100	-	32,8	1,0	97	6,0

Задание 2

1. Изучите валовой состав почвы по карточке-заданию («слепые» таблицы без указания, к каким почвам относятся представленные результаты). Карточки-задания выдаются преподавателем.

2. Графически изобразите профильное распределение SiO₂, Al₂O₃ и Fe₂O₃.

3. По данным профильного распределения валового состава выделите почвообразовательные процессы в почве.

4. Дайте генетическое название почвы на уровне типа, выполнив детальный разбор данных. Запишите основные выводы.

Карточки-задания

Вариант 1

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	%					
			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
Апах	0-10	6,5	0,44	61,8	11,1	6,3	0,17	2,8
A ₁ A ₂	25-35	6,1	0,33	64,5	12,0	5,2	0,09	2,1
A ₂ B	50-60	3,6	0,21	64,5	13,2	6,3	0,09	1,9
B ₁	70-80	1,0	-	64,9	14,9	7,8	-	2,7
B ₂	110-130	0,4	-	65,4	14,2	6,7	-	2,3

Вариант 2

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	%					
			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₁	0-8	3,2	0,15	53,9	7,8	2,4	0,15	0,75
A ₂	8-15	2,7	0,10	74,7	10,1	4,6	0,06	0,49
B ₁	28-35	1,9	0,11	68,5	11,8	4,3	0,06	0,67
B ₂	40-45	0,8	0,03	69,6	13,1	5,2	0,06	0,98
C	100-105	0,5	0,06	64,6	14,6	5,9	0,09	2,14

Вариант 3

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₀	0-7	-	-	75,0	13,0	3,2	0,09	1,9
A ₂	8-18	0,6	-	80,2	10,7	2,5	0,08	1,1
A ₂ B	25-35	0,3	-	80,3	11,1	2,0	0,08	1,1
B ₁	45-55	0,2	-	73,7	12,6	5,7	0,13	1,3
B ₂	75-85	0,1	-	72,7	13,9	5,9	0,09	1,4

Вариант 4

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₁ A ₂	5-10	2,0	-	81,1	8,9	2,6	0,08	0,11
A ₂	15-25	0,7	-	81,9	7,5	3,3	0,06	0,13
A ₂ B	30-35	0,3	-	84,6	7,3	5,6	0,04	0,12
BC	70-75	0,2	-	73,0	9,4	6,3	0,04	0,08

Вариант 5

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₂	1-5	0,6	-	96,5	0,78	1,07	0,06	0,04
B ₁	20-25	0,4	-	93,4	0,61	3,72	0,06	0,03
B ₂	65-75	0,2	-	93,2	0,40	2,08	0,06	0,03
BC	105-110	0,1	-	94,5	1,88	3,18	0,03	0,04

Вариант 6

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₀	0-4	-	-	79,8	5,4	6,5	1,41	3,33
A ₂ g	10-15	1,3	-	82,4	10,4	1,6	0,14	0,92
B	20-25	0,5	-	78,9	9,8	4,9	0,13	0,91
B ₁	60-70	0,2	-	77,6	10,6	5,0	0,16	1,18
B ₂	90-100	0,1	-	77,6	10,0	4,7	0,15	1,02

Вариант 7

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	%				
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₀	0-6	-	-	73,9	7,37	14,55	0,19	7,54
A _{2g}	6-8	1,9	-	82,7	10,56	2,84	0,11	0,71
B ₁	9-19	0,5	-	77,4	10,92	5,62	0,13	0,68
B ₂	25-35	0,4	-	77,3	13,50	4,97	0,10	0,79
B ₃	50-60	0,2	-	77,4	10,41	6,01	0,14	0,91

Вариант 8

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	%				
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
Апах	0-10	3,6	-	85,8	6,1	3,8	0,10	1,2
A ₂	15-25	1,2	-	86,1	6,5	2,6	0,07	1,1
B ₁	35-45	0,8	-	76,0	12,4	5,9	0,13	1,6
B ₂	60-70	0,4	-	66,6	14,9	10,9	0,10	2,4
C	115-125	0,2	-	52,2	9,3	4,9	0,12	29,9

Вариант 9

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	%				
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
Апах	0-18	2,5	-	74,4	9,58	3,79	-	0,94
A ₂	20-30	1,1	-	77,2	10,79	3,29	-	0,90
B ₁	35-45	0,9	-	71,0	14,67	4,56	-	1,03
B ₂	80-90	0,5	-	67,3	15,71	5,88	-	1,12
B ₃	120-130	0,4	-	67,8	15,80	5,98	-	1,20

Вариант 10

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	%				
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
Апах	0-10	2,4	-	76,2	7,65	4,67	0,17	1,10
A ₂	17-27	0,8	-	78,8	10,67	3,33	0,06	1,01
B	50-60	0,2	-	67,8	10,92	10,74	0,08	1,67
C	150-160	0,1	-	69,5	14,48	6,69	0,12	1,22

Вариант 11

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₁	0-14	3,2	-	75,1	10,86	4,87	-	1014
A ₂ B	18-24	2,8	-	72,9	11,29	5,60	-	1,00
B ₁	3-40	0,8	-	67,3	16,93	8,12	-	1,05
B ₂	60-70	0,3	-	66,0	16,31	8,72	-	1,14
C	120-130	0,1		64,6	17,70	8,84	-	1,18

Вариант 12

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO
A ₁	2-20	5,9	-	78,1	7,80	6,70	-	1,60
A ₂ B	28-38	2,3	-	81,0	11,40	3,30	-	1,10
B	65-76	0,8	-	73,7	13,10	6,30	-	1,80
C	150-155	0,1		74,6	12,50	5,70	-	1,70

Семинар 1. Состав, свойства и режимы почв таежно-лесной зоны

Вопросы к семинару

1. Гранулометрический и минералогический состав подзолистых почв.
2. Химический состав подзолистых почв.
3. Физико-химические свойства подзолистых почв.
4. Физические и водно-физические свойства подзолистых почв.
5. Состав и свойства дерново-подзолистых почв.
6. Состав и свойства дерновых почв.
7. Химический состав болотных почв.
8. Физические свойства болотных почв.
9. Температурный и водный режим почв таежно-лесной зоны.
10. Воздушный и окислительно-восстановительный режим почв таежно-лесной зоны.
11. Сельскохозяйственное использование почв таежно-лесной зоны.
12. Сельскохозяйственное использование болотных почв и торфа.

Задачи и упражнения

Назовите:

1. Особенности распределения илистой фракции в профиле подзолистых почв разного гранулометрического состава.
2. Первичные и вторичные минералы подзолистых почв.
3. Изобразите графически распределение SiO_2 и R_2O_3 в профиле подзолистых почв.
4. Мощность гумусового горизонта и содержание гумуса в подзолистых почвах.
5. Тип гумуса подзолистых почв.
6. Встречаются ли в подзолистых и глеево-подзолистых почвах токсичные соединения?
7. Чем обусловлена низкая емкость катионного обмена в подзолистых почвах?
8. Какой горизонт подзолистых почв имеет наименьшую емкость катионного обмена, какой – наибольшую?
9. Состав обменных катионов подзолистых почв.
10. Причины повышенной обменной кислотности в подзолистых и дерново-подзолистых почвах.
11. Физические свойства элювиального горизонта подзолистых почв.
12. Физические свойства иллювиального горизонта подзолистых почв.
13. Тип водного режима подзолистых почв.
14. Особенности пищевого режима подзолистых почв.
15. Особенности химического состава дерново-карбонатных почв.
16. Чем обусловлена нейтральная реакция гумусового горизонта дерново-карбонатных почв?
17. С развитием каких процессов связаны состав и свойства дерново-подзолистых почв?
18. Особенности распределения илистой фракции, кремнезема и полуторных оксидов по профилю дерново-подзолистых почв.
19. Гумусное состояние дерново-подзолистых почв.
20. ЕКО, V и pH в профиле дерново-подзолистых почв.
21. Состав обменных катионов дерново-подзолистых почв.

22. От чего зависят количество и качественный состав гумуса, кислотность и физико-химические свойства дерново-подзолистых почв?

23. Минералогический состав дерново-подзолистых почв.

24. Особенности пищевого режима дерново-подзолистых почв.

25. Валовое содержание азота, фосфора и калия в дерново-подзолистых почвах.

26. Общая пористость иллювиального горизонта дерново-подзолистых почв.

27. Значения почвенно-гидрологических констант генетических горизонтов дерново-подзолистых почв.

28. Основные приемы окультуривания почв таежно-лесной зоны.

29. Отличительные особенности химического состава болотных верховых и низинных почв.

30. Свойства торфа низинных болот.

31. Морфологические признаки неразложившегося торфа.

32. Физические свойства торфа верховых и низинных болот.

33. Зольность торфа низинных болот.

34. Содержание общего азота в болотных почвах.

35. Способы использования торфа в сельском хозяйстве.

36. Использование болотных почв в сельском хозяйстве.

Семинар 2. Состав, свойства и режимы почв лесостепной и степной зоны

Вопросы к семинару

1. Гранулометрический и минералогический состав серых лесных почв.

2. Химический состав серых лесных почв.

3. Физико-химические свойства серых лесных почв.

4. Физические и водно-физические свойства серых лесных почв.

5. Тепловой режим серых лесных почв.

6. Водный режим серых лесных почв.

7. Пищевой режим серых лесных почв.

8. Особенности сельскохозяйственного использования серых лесных почв.

9. Гранулометрический и минералогический состав черноземов.
10. Химический состав черноземов.
11. Физико-химические свойства черноземов.
12. Физические и водно-физические свойства черноземов.
13. Тепловой режим черноземов.
14. Водный режим черноземов.
15. Пищевой режим черноземов.
16. Сельскохозяйственное использование черноземных почв.

Задачи и упражнения

Назовите:

1. Закономерности распределения илистой фракции в профиле серых лесных почв.
2. Особенности минералогического состава серых лесных почв.
3. Отличительные особенности валового состава подтипов серых лесных почв.
4. В каком подтипе серых лесных почв наиболее интенсивно развит дерновый процесс?
5. Содержание и запасы гумуса в подтипах серых лесных почв.
6. Особенности распределения гумуса в профиле подтипов серых лесных почв.
7. Тип гумуса в серых лесных почвах.
8. Отличительные особенности подтипов серых лесных почв по реакции среды.
9. Емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями в подтипах серых лесных почв.
10. Агрофизические свойства светло-серых лесных почв.
11. Плотность твердой фазы в профиле серых лесных почв.
12. Содержание валового азота в подтипах серых лесных почв.
13. Приемы окультуривания серых лесных почв.
14. На какой глубине залегают карбонаты в черноземе оподзоленном и обыкновенном?
15. Гранулометрический состав черноземов.
16. Особенности распределения илистой фракции в подтипах черноземов.
17. Минералогический состав черноземов.
18. Особенности химического состава черноземов.
19. Характер распределения гумуса в профиле черноземов.

20. Содержание гумуса в подтипах черноземов и его качественный состав.
21. Распределение SiO_2 и R_2O_3 по профилю черноземов.
22. Чем обусловлен иллювиальный характер распределения CaCO_3 в черноземах?
23. Состав обменных катионов в подтипах черноземов.
24. Емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями в подтипах черноземов.
25. Изменения pH в профиле подтипов черноземов.
26. Почему черноземы оподзоленные и южные отличаются пониженным содержанием водопрочных агрегатов?
27. Почвенно-гидрологические константы генетических горизонтов чернозема выщелоченного.
28. Почему черноземы имеют благоприятные физические и водно-физические свойства?
29. Плотность сложения в гумусовых горизонтах черноземов.
30. Отличительные особенности водного режима почв лесостепной и степной зоны.
31. Содержание валового азота в черноземах.
32. Основные приемы сохранения и воспроизводства плодородия черноземов.

Семинар 3. Состав, свойства и режимы почв сухостепной зоны

Вопросы к семинару

1. Гранулометрический и минералогический состав каштановых почв.
2. Химический состав каштановых почв.
3. Физико-химические свойства каштановых почв.
4. Физические и водно-физические свойства каштановых почв.
5. Гранулометрический и минералогический состав солончаков.
6. Химический состав солончаков.
7. Физико-химические свойства солончаков.
8. Физические и водно-физические свойства солончаков.
9. Гранулометрический и минералогический состав солонцов.
10. Химический состав солонцов.
11. Физико-химические свойства солонцов.
12. Физические и водно-физические свойства солонцов.
13. Сельскохозяйственное использование каштановых почв.

14. Сельскохозяйственное использование солончаков.
15. Сельскохозяйственное использование солонцов.

Задачи и упражнения

Назовите:

1. Особенности распределения илистой фракции в каштановых почвах.
2. Особенности распределения SiO_2 и R_2O_3 по профилю каштановых почв.
3. Содержание гумуса, азота и фосфора в темно-каштановых почвах.
4. Состав поглощенных катионов в каштановых почвах.
5. Отличительные особенности гумусного состояния подтипов каштановых почв.
6. Изменение pH по профилю каштановых почв.
7. Глубина залегания карбонатов, гипса и легкорастворимых солей в каштановых почвах.
8. Тип водного режима каштановых почв.
9. Плотность сложения в гумусовом горизонте каштановых почв.
10. В каком горизонте каштановых почв плотность сложения может достигать величины $1,5 - 1,7 \text{ г/см}^3$?
11. Какие свойства каштановых почв лимитируют их плодородие?
12. Распределение ила, SiO_2 и R_2O_3 в профиле солончаков.
13. Содержание гумуса в солончаках.
14. Тип гумуса в солончаках.
15. Можно ли считать почву засоленной, если соли находятся на глубине 170 см?
16. Как изменяется pH в профиле солончаков?
17. Состав почвенно-поглощающего комплекса и емкость катионного обмена в солончаках.
18. Почему резко снижается количество доступной влаги для растений в солончаках?
19. Приемы устранения избытка солей в почвах.
20. Особенности гранулометрического состава солонцов.
21. Минералогический состав илистой фракции солонцов.
22. Распределение SiO_2 и R_2O_3 по профилю солонцов.
23. Содержание обменного Na^+ в гор. В₁ солонца.
24. Содержание и запасы гумуса в солонцах.

25. Тип гумуса солонцов.
26. Как изменяется рН в профиле солонцов?
27. Физико-механические свойства солонцов.
28. Физические свойства солонцового горизонта.
29. Водно-физические свойства солонцового горизонта.
30. Способы повышения плодородия солонцовых почв.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тема 1. Физические свойства почв

1. Лучшим для земледелия является гранулометрический состав:
 - а) тяжелосуглинистый;
 - б) супесчаный;
 - в) тяжелоглинистый;
 - г) легкосуглинистый.

2. Основное название почвы по гранулометрическому составу дается по содержанию:
 - а) камней;
 - б) ила;
 - в) мелкой пыли;
 - г) физической глины.

3. ЭПЧ объединяют в определенные группы, называемые элементарных почвенных частиц.

4. Гранулометрический состав в значительной степени унаследован:
 - а) от климата;
 - б) почвообразующих пород;
 - в) рельефа;
 - г) характера растительности.

5. Скелетной частью почвы являются ЭПЧ диаметром:
 - а) > 1 мм;
 - б) < 1 мм;
 - в) $< 0,01$ мм;
 - г) $< 0,001$ мм.

6. Свойства гравия:
 - а) провальная водопроницаемость;
 - б) хорошая водоподъемная способность;
 - в) высокая поглотительная способность;
 - г) высокая коагуляционная способность.

7. Почва имеет тяжелосуглинистый гранулометрический состав при содержании физической глины, процент:

- а) 60-80;
- б) 40-50;
- в) 10-20;
- г) 20-30.

8. ЭПЧ, состоящие как из первичных, так и вторичных минералов:

- а) гравий;
- б) камни;
- в) ил;
- г) средняя пыль.

9. В орошении нуждаются почвы, имеющие гранулометрический состав:

- а) супесчаный;
- б) легкоглинистый;
- в) тяжелосуглинистый;
- г) среднесуглинистый.

10. Свойства глинистой почвы:

- а) высокая водопроницаемость;
- б) высокая пластичность;
- в) небольшое содержание гумусовых веществ;
- г) теплый тепловой режим.

11. Свойства песчаной почвы:

- а) очень слабая усадка при высыхании;
- б) высокая влагоемкость;
- в) значительное содержание питательных веществ;
- г) холодный тепловой режим.

12. Тяжелый гранулометрический состав можно изменить:

- а) внесением минеральных удобрений;
- б) орошением;
- в) пескованием;
- г) известкованием.

13. Масса твердых компонентов почвы в единице его истинного объема без учета пор называется:

- а) плотностью сложения;
- б) плотностью твердой фазы;
- в) пористостью аэрации;
- г) общей пористостью.

14. На компоненты неорганической природы в минеральных почвах приходится, процент:

- а) 90;
- б) 50;
- в) 10;
- г) 70.

15. Торф имеет плотность твердой фазы, г/см³:

- а) 1,3-1,4;
- б) 0,5-0,8;
- в) 2,5-2,6;
- г) 3,6-4,0.

16. Плотность твердой фазы минеральных почв колеблется в пределах, г/см³:

- а) 0,2-0,5;
- б) 3,6-4,0;
- в) 1,4-1,8;
- г) 2,4-2,8.

17. Плотность твердой фазы гор. А чернозема выщелоченного, г/см³:

- а) 2,38;
- б) 2,64;
- в) 2,52;
- г) 0,80.

18. Плотность твердой фазы гор. В дерново-подзолистой почвы, г/см³:

- а) 2,57;
- б) 2,55;
- в) 2,73;
- г) 2,40.

19. Структура почвы, определяющая снижение величины плотности сложения:

- а) столбчатая;
- б) глыбистая;
- в) ореховатая;
- г) зернистая.

20. Солонцовый горизонт имеет плотность сложения, г/см³:

- а) 0,2-0,5;
- б) 1,1-1,3;
- в) 1,5-1,7;
- г) 0,8-1,0.

21. Оптимальная плотность сложения для большинства сельскохозяйственных культур, г/см³:

- а) 1,6-1,8;
- б) 1,0-1,2;
- в) 0,8-1,0;
- г) 1,3-1,4.

22. Оптимальная плотность сложения для большинства сельскохозяйственных культур на песчаных почвах, г/см³:

- а) 1,00-1,30;
- б) 1,20-1,45;
- в) 1,25-1,60;
- г) 1,10-1,40.

23. Пористость – объем пустот между элементарными частицами, структурными единицами и агрегатами, занятый или

24. Фактор, определяющий пористость почв:

- а) рН;
- б) содержание элементов питания;
- в) влажность почвы;
- г) гранулометрический состав.

25. Пористость в среднем колеблется в пределах, процент:

- а) 40-60;

- б) 20-30;
- в) 60-80;
- г) 50-100.

26. Пористость слитых горизонтов, процент:

- а) 20-30;
- б) 60-80;
- в) 40-60;
- г) > 50.

27. Критические значения пористости аэрации наступают при величинах, процент:

- а) >50;
- б) 20-40;
- в) 40-60;
- г) <10.

28. Оптимальная пористость почв, процент:

- а) 55-60;
- б) < 40;
- в) 60-80;
- г) 80-100.

29. Пористость в гор. В дерново-подзолистой почвы, процент:

- а) 46-56;
- б) 60-70;
- в) 50-55;
- г) 25-40.

30. Структура, типичная для гумусовых горизонтов:

- а) глыбистая;
- б) столбчатая;
- в) зернистая;
- г) чешуйчатая.

31. Округлая форма с шероховатой поверхностью без выраженных ребер и граней соответствует структуре:

- а) пылеватой;
- б) призмовидной;

- в) ореховатой;
- г) комковатой.

32. К агрономически ценным относят агрегаты размером, мм:

- а) >10 ;
- б) $< 0,25$;
- в) $10-0,25$;
- г) 1-3.

33. Верхний предел оптимального содержания водопрочных агрегатов, процент:

- а) 75-80;
- б) 50-55;
- в) 100;
- г) 40-20.

34. Агрономическая роль почвенной структуры:

- а) усиливает процесс засоления;
- б) способствует проявлению водной эрозии;
- в) ухудшает тепловой режим;
- г) обеспечивает водопроницаемость.

35. Причина разрушения структуры:

- а) низкие дозы минеральных удобрений;
- б) процессы минерализации гумуса;
- в) обработка почвы в состоянии физической спелости;
- г) использование легкой колесной техники.

Тема 2. Химические свойства почв

1. Органическое вещество почв – совокупность живой биомассы и органических остатков растений, животных,, продуктов их метаболизма и специфических новообразованных органических веществ почвы – гумуса.

2. – первая фаза разложения органических остатков.

3. Специфические гумусовые вещества:

- а) гумин;

- б) углеводы;
- в) белки;
- г) фенолы.

4. Стабильные гумусовые вещества:

- а) детрит;
- б) неразложившиеся остатки растений;
- в) углеводы;
- г) органо-минеральные соединения.

5. Лабильное органическое вещество:

- а) детрит;
- б) гиматомелановые кислоты;
- в) гумин;
- г) гуминовые кислоты.

6. Расположите источники почвенного гумуса в ряду увеличения их биомассы:

- а) биомасса микроорганизмов;
- б) высших зеленых растений;
- в) беспозвоночных животных;
- г) позвоночных животных.

7. Максимальная биомасса высших зеленых растений формируется в зоне:

- а) арктической тундры;
- б) луговых степей;
- в) сухих степей;
- г) дубрав лесной зоны.

8. Стабильные гумусовые вещества определяют:

- а) рН почвы;
- б) окраску почвы;
- в) окислительно-восстановительный потенциал;
- г) воздушный режим почвы.

9. Время полного разложения лабильного органического вещества исчисляется:

- а) сотнями лет;

- б) тысячами лет;
- в) месяцами;
- г) часами.

10. Лабильное органическое вещество определяет:

- а) буферность почв;
- б) состав почвенного и атмосферного воздуха;
- в) окраску почв;
- г) потенциальные запасы элементов питания.

11. Величина ЕКО в почвах, мг-экв/100:

- а) 5-70;
- б) 70-120;
- в) 120-200;
- г) > 200.

12. Наиболее высокое значение ЕКО (мг-экв/100 г) в почве:

- а) чернозем оподзоленный;
- б) подзолистая;
- в) каштановая;
- г) серая лесная.

13. Обменный Na^+ диагностирует процесс:

- а) дерновый;
- б) подзолистый;
- в) солонцовый;
- г) глеевый.

14. Обменный H^+ и Al^{3+} диагностирует процесс:

- а) солончаковый;
- б) подзолистый;
- в) иллювиальный;
- г) черноземный.

15. Состав обменных катионов определяет:

- а) рН почвы;
- б) окислительно-восстановительный потенциал;
- в) гранулометрический состав;
- г) окраску почв.

16. Реакция почв зависит:

- а) от минералогического состава минеральной части почвы;
- б) тепловых свойств;
- в) фазового состава;
- г) гранулометрического состава.

17. В кислых почвах увеличивается растворимость:

- а) Al^{3+} ;
- б) Ca^{2+} ;
- в) Mg^{2+} ;
- г) Na^+ .

18. Кислотно-основное состояние определяет:

- а) поведение элементов питания в почве;
- б) состав почвенного воздуха;
- в) влажность;
- г) жизнедеятельность организмов.

19. Реакция почвенного раствора сильнощелочных почв:

- а) 5,1-5,5;
- б) 7,5-8,5;
- в) 8,6-10,0;
- г) $< 4,0$.

20. Оптимальное значение рН для льна:

- а) 6,6-8,5;
- б) 5,5-7,2;
- в) 5,0-6,0;
- г) 5,3-8,0.

21. Растение-ацидофил:

- а) рис;
- б) пшеница;
- в) чайный куст;
- г) люцерна.

22. Почва, имеющая нейтральную реакцию:

- а) чернозем;
- б) каштановая;

- в) солонец;
- г) солончак.

23. Почва, имеющая кислую реакцию:

- а) глее-подзолистая;
- б) чернозем обыкновенный;
- в) серозем;
- г) каштановая.

24. Известкованию подлежат почвы:

- а) серые лесные;
- б) дерново-подзолистые;
- в) чернозем оподзоленный;
- г) чернозем выщелоченный.

25. Реакция почвенного раствора выражается символом:

- а) S;
- б) ЕКО;
- в) Нг;
- г) рН_{Н₂О}.

Тема 3. Режим органического вещества почвы

1. Гумусное состояние почв определяется:

- а) минералогическим составом почв;
- б) поступлением органического вещества в почву;
- в) наличием ферментов в почве;
- г) магнитными свойствами почв.

2. Характерная особенность травянистой растительности – ежегодное отмирание надземной и системы.

3. Основные закономерности изменения продукции лесов выявлены:

- а) В.В. Докучаевым;
- б) А.А. Роде;
- в) Н.И. Базилевич;
- г) А.А. Титляновой.

4. Масштабы поступления продукции настоящих и луговых степей, т/га:

- а) 4-13;
- б) 13-25;
- в) 1-6;
- г) > 25.

5. Доля надземной продукции в травяных экосистемах, процент:

- а) 12-30;
- б) 50-60;
- в) > 50;
- г) 5-10.

6. Чистая первичная продукция агроценозов зависит:

- а) от рельефа;
- б) культуры;
- в) солнечной радиации;
- г) гранулометрического состава почв.

7. Распределите агроценозы в порядке убывания запасов пожнивных и корневых остатков:

- а) пропашные;
- б) многолетние травы;
- в) пар;
- г) зерновые.

8. Процесс частичного или полного превращения сложноорганизованных структур и молекул в более простые, в том числе и в продукты полной минерализации –

9. Сложный биофизико-химический процесс трансформации промежуточных высокомолекулярных продуктов разложения органических остатков в гумусовые кислоты –

10. Скорость и характер гумификации не определяются фактором:

- а) химический состав растительных остатков;
- б) интенсивность микробиологической деятельности;
- в) фазовый состав почвы;
- г) режим влажности и аэрации.

11. Реакция среды, оптимальная для образования гуминовых кислот:

- а) сильнощелочная;
- б) среднекислая;
- в) щелочная;
- г) нейтральная.

12. Состав ППК, оптимальный для закрепления и накопления гуминовых кислот:

- а) Ca, Mg, H;
- б) Ca, Mg;
- в) Ca, Mg, Na
- г) Ca, Mg, H, Al.

13. Тип водного режима почв, определяющий формирование фульватного типа гумуса:

- а) промывной;
- б) выпотной;
- в) мерзлотный;
- г) непромывной.

14. Постоянное образование водорастворимого органического вещества в большей степени типично для почв:

- а) черноземов;
- б) каштановых;
- в) серых лесных;
- г) болотных.

15. Характер агрогенного изменения гумусового режима определяется:

- а) влиянием удобрений и мелиорантов;
- б) погодными условиями;
- в) гранулометрическим составом почв;
- г) минералогическим составом почв.

16. Размеры потерь гумуса в пахотных черноземах европейской части России, процент:

- а) 10-20;
- б) > 50;

- в) 5-10;
- г) 20-50.

17. Причина, вызывающая отрицательный баланс гумуса:

- а) стартовые дозы минеральных удобрений;
- б) обработка почвы;
- в) фульватный тип гумуса;
- г) окультуривание почв.

18. Прием воспроизводства органического вещества почв при сельскохозяйственном использовании:

- а) применение компостов;
- б) парование почвы;
- в) высокие дозы минеральных удобрений;
- г) орошение.

19. Почвы, значительно улучшающие гумусное состояние в процессе окультуривания:

- а) черноземы;
- б) подзолистые;
- в) серые лесные;
- г) каштановые.

Тема 4. Водный режим почвы

1. Совокупность процессов поступления влаги в почву, ее передвижения и расхода из почвы – почвы.

2. Оценка прихода и расхода влаги – почвы.

3. Расположите в порядке убывания источники почвенной влаги:

- а) конденсация пара из воздуха;
- б) грунтовые воды;
- в) атмосферные осадки.

4. Пополнение запасов почвенной влаги определяется:

- а) рельефом;
- б) типом почв;
- в) дозой минеральных удобрений;
- г) воздушным режимом почв.

5. Испарению воды из почвы способствует:

- а) трещиноватость почв;
- б) понижение температуры;
- в) выровненность поверхности почвы;
- г) пышная растительность.

6. – потребление растениями воды на жизненные процессы, рост и образование тканей.

7. Поверхностный сток воды определяется:

- а) воздухопроницаемостью почвы;
- б) углом наклона поверхности;
- в) окислительно-восстановительным режимом;
- г) экспозицией склона.

8. Внутрипочвенный сток может проявляться в почвах:

- а) черноземах;
- б) дерново-подзолистых;
- в) каштановых;
- г) солончаках.

9. Фактор, определяющий водный режим:

- а) климатические условия;
- б) химический состав почвы;
- в) рН почвы;
- г) возраст почвы.

10. Тип водного режима, при котором вода находится в твердой фазе:

- а) промывной;
- б) мерзлотный;
- в) непромывной;
- г) выпотной.

11. Тип водного режима, при котором влажность сохраняется в пределах ПВ:

- а) водонасыщающий;
- б) мерзлотный;
- в) промывной;
- г) непромывной.

12. Промывной тип водного режима характерен для ландшафтов:

- а) аридных;
- б) семиаридных;
- в) гумидных;
- г) экстрааридных.

13. Тип водного режима при сумме осадков, соответствующих годовому испарению:

- а) периодически промывной;
- б) промывной;
- в) паводковый;
- г) ирригационный.

14. Периодически промывной тип водного режима характерен:

- а) для почвы чернозема южного;
- б) каштановой;
- в) подзолистой;
- г) серой лесной.

15. Влажность почвы колеблется в пределах от ПВ до ВЗ при типе водного режима:

- а) аридном;
- б) ирригационном;
- в) выпотном;
- г) непромывном.

16. Выпотной тип водного режима типичен:

- а) для черноземов;
- б) солончаков;
- в) дерново-карбонатных почв;
- г) глеево-подзолистых.

17. Капиллярная кайма грунтовых вод не выходит на поверхность при типе водного режима:

- а) паводковом;
- б) выпотном;
- в) десуктивно-выпотном;
- г) непромывном.

18. Прием регулирования водного режима при переувлажнении почв:

- а) рациональный подбор культур;
- б) сокращение паровых полей;
- в) борьба с сорной растительностью;
- г) снегозадержание.

19. Специальный прием накопления влаги в засушливых условиях:

- а) оставление соломы;
- б) удобрения;
- в) рациональные севообороты;
- г) создание лесных полос.

20. Мероприятия, ослабляющие и устраняющие сток талых вод:

- а) оставление стерни;
- б) создание лесных полос;
- в) посев кулис;
- г) борьба с сорняками.

Тема 5. Тепловой режим почвы

1. Основной показатель температурного режима – почвы.

2. Тепловой режим оценивается и годовыми закономерностями изменения температуры почвы.

3. Амплитуда изменения температуры почвы в пределах России, °С:

- а) -2 - 0;
- б) +6 - +7;
- в) -12 - +20;
- г) -2 - +15.

4. Лучше прогреваются почвы на склонах:

- а) северных;
- б) северо-восточных;
- в) юго-восточных;
- г) северо-западных.

5. На тепловой режим почв не влияет:

- а) растительный покров;
- б) гранулометрический состав;
- в) снеговой покров;
- г) активность микроорганизмов.

6. Растительный покров способствует температуры почвы.

7. При поливе температура почвы заметно

8. Осенью и зимой мульчирование поверхности способствует тепла в почве.

9. Глинистые почвы весной нагреваются, чем легкие.

10. Приход-расход солнечной радиации, поглощаемой и излучаемой поверхностью почвы, называется почвы.

11. Радиационный баланс определяется:

- а) широтой местности;
- б) рельефом местности;
- в) типом почв;
- г) состоянием атмосферы.

12. Приход и расход тепла на поверхности почвы называется

13. Автор классификации типов температурного режима почв:

- а) В.Р. Вильямс;
- б) Л.А. Гришина;
- в) К.К. Гедройц;
- г) В.Н. Димо.

14. Выделяют следующие типы температурного режима почв:, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий и непромерзающий.

15. Длительность промерзания не менее 5 месяцев характерна для температурного режима:

- а) длительно сезоннопромерзающего;
- б) сезоннопромерзающего;
- в) непромерзающего;
- г) мерзлотного.

16. Непромерзающий тип температурного режима характерен для пояса:

- а) субтропического;
- б) бореального;
- в) суббореального;
- г) арктического.

17. С тепловым режимом почв связаны:

- а) численность микроорганизмов и их активность;
- б) запасы продуктивной влаги;
- в) плотность сложения;
- г) состав ППК.

18. Оптимальная температура для прорастания семян большинства зерновых культур, °С:

- а) 10-15;
- б) 25-33;
- в) 35-45;
- г) 0-10.

19. Для более полного использования солнечной радиации применяют:

- а) гребневые способы возделывания культур;
- б) мульчирование белыми материалами;
- в) нулевую обработку почвы;
- г) полив.

20. Теплолюбивые культуры размещают на склонах:

- а) западных;
- б) северных;
- в) восточных;
- г) южных.

21. Мульчирование почвы корой способствует температуры почвы.

22. Вспаханная почва аккумулирует тепла, чем необработанная.

23. Для уменьшения расхода тепла из почвы применяют:

- а) дождевание;
- б) дымовые завесы;
- в) затемнение;
- г) обогрев биотопливом.

24. Для предупреждения перегрева почвы применяют:

- а) мульчирование белым материалом;
- б) дымовые завесы;
- в) снегозадержание;
- г) органические удобрения.

25. Комплексное влияние на тепловой режим почвы оказывает:

- а) обработка почвы;
- б) грядовые способы возделывания сельскохозяйственных культур;
- в) лесные полосы;
- г) мульчирование торфом.

Тема 6. Воздушный и окислительно-восстановительный режим почвы

1. Почвенный воздух отличается от атмосферного концентрацией:

- а) N_2 ;
- б) O_2 ;
- в) O_2 и CO_2 ;
- г) Ar.

2. Основными потребителями кислорода в почве являются корни растений, и животные.

3. Концентрация N_2 в почвенном воздухе, процент:

- а) 78,08;
- б) 20,90;

- в) 0,03;
- г) 0,93.

4. Концентрация CO_2 в почвенном воздухе, процент:

- а) 78,08-80,24;
- б) 20,90-0,01;
- в) 0,03-20,00;
- г) $< 0,03$.

5. В почвенном воздухе наиболее динамична концентрация:

- а) N_2 ;
- б) CH_4 ;
- в) Ar;
- г) CO_2 .

6. Выделение CO_2 из почвы в приземный слой атмосферы –
..... почвы.

7. Интенсивность выделения CO_2 из почвы в большей степени определяется следующим фактором:

- а) структура почвы;
- б) тип почвы;
- в) характер почвообразующих пород;
- г) тип обработки почвы.

8. Совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, его передвижения в почве и расхода называется почвы.

9. Разложение белков коэффициент дыхания (Дк).

10. Разложение веществ, богатых кислородом коэффициент дыхания (Дк).

11. Природный фактор газообмена:

- а) колебания температур;
- б) вулканизм;
- в) землетрясения;
- г) эрозия.

12. Основным приемом регулирования воздушного режима малогумусной тяжелосуглинистой почвы:

- а) внесение органических удобрений;
- б) орошение;
- в) прикатывание;
- г) минимальная обработка.

13. Основным приемом регулирования воздушного режима подзолистой почвы:

- а) устранение «плужной подошвы»;
- б) травосеяние;
- в) известкование;
- г) борьба с временным избыточным увлажнением.

14. В регулировании воздушного режима нуждаются:

- а) серозем;
- б) каштановые почвы;
- в) чернозем;
- г) торфяно-болотные почвы.

15. Основным приемом регулирования воздушного режима на орошаемых почвах:

- а) осушение;
- б) устранение почвенной корки;
- в) внесение органических удобрений;
- г) обработка поперек склонов.

16. Окислительно-восстановительный потенциал почв обозначают символом:

- а) Нг;
- б) рН;
- в) Eh;
- г) ЕКО.

17. Благоприятное окислительно-восстановительное состояние почвенной среды складывается при значениях Eh:

- а) 100-450 мВ;
- б) 450-700 мВ;
- в) 250-300 мВ;
- г) < 100 мВ.

18. Глубокий анаэробнозис отмечается при величине Eh:

- а) 100 мВ;
- б) 100-200 мВ;
- в) 250-300 мВ;
- г) 450-600 мВ.

19. ОВП снижается при влажности, соответствующей:

- а) ВРК;
- б) ПВ;
- в) МАВ;
- г) НВ.

20. С восстановительными явлениями связан процесс:

- а) дерновый;
- б) глеевый;
- в) подзолистый;
- г) солонцовый.

21. Развитие восстановительных процессов способствует увеличению содержания:

- а) нитратов;
- б) подвижного калия;
- в) аммония;
- г) мышьяка.

22. Совокупность окислительных и восстановительных процессов, вызывающих изменение во времени окислительно-восстановительного потенциала в профиле почвы называется режимом почв.

23. Классификацию почв по окислительно-восстановительному режиму разработали:

- а) Л.А. Гришина, Д.С. Орлов;
- б) И.С. Кауричев, Д.С. Орлов;
- в) Л.Н. Александрова, И.В. Тюрин;
- г) А.Д. Фокин.

24. Почва с преобладанием окислительных процессов:

- а) серая лесная;

- б) луговой солонец;
- в) болотная торфяная;
- г) тундровая глеевая.

25. Почва с абсолютным господством окислительных процессов:

- а) каштановая;
- б) дерново-глеевая;
- в) подзолистая;
- г) серая лесная.

Тема 7. Свойства и режимы почв

1. Дерново-подзолистые почвы доминируют в зоне:

- а) лесостепи;
- б) степи;
- в) южной тайги;
- г) северной тайги.

2. Доля дерново-подзолистых почв в структуре почвенного покрова пашни Красноярского края, процент:

- а) 26;
- б) 62;
- в) 5;
- г) 15.

3. Строение профиля дерново-подзолистой почвы:

- а) $A_0 - A_1 - A_2 - A_2B - BC - C$;
- б) $A_0 - A_2 - B - C$;
- в) $Ad - A - AB - Ck$;
- г) $Ad - Ac - Bc - Cc$.

4. Гор. В дерново-подзолистой почвы имеет гранулометрический состав:

- а) супесчаный;
- б) легкосуглинистый;
- в) легкоглинистый;
- г) рыхлопесчаный.

5. Химическое новообразование в гор. A_2 дерново-подзолистых почв:

- а) карбонаты;
- б) иллювиальная пленка;
- в) кремнеземистая присыпка;
- г) гипс.

6. Структура в гор. A_1 дерново-подзолистых почв:

- а) комковато-пылеватая;
- б) зернистая;
- в) глыбистая;
- г) призматическая.

7. Содержание гумуса в гор. A_1 дерново-подзолистых почв, процент:

- а) 1-2;
- б) 5-7;
- в) 10-12;
- г) 2-6.

8. Горизонт дерново-подзолистых почв, обогащенный илом:

- а) B;
- б) A_0A_1 ;
- в) A_1 ;
- г) A_2 .

9. Состав ППК дерново-подзолистых почв:

- а) Ca, Mg;
- б) Ca, Mg, H, Al;
- в) Ca, Mg, Na;
- г) Ca, Mg, K.

10. Тип водного режима дерново-подзолистых почв:

- а) промывной;
- б) мерзлотный;
- в) выпотной;
- г) непромывной.

11. ЕКО в гор. А₁ супесчаных дерново-подзолистых почв, мг-экв/100 г:

- а) 5-10;
- б) > 40;
- в) 10-20;
- г) 20-40.

12. рН в гор. А₁ дерново-подзолистых почв:

- а) 6,5-7,0;
- б) 5,5-6,0;
- в) 3,5-5,5;
- г) > 7,0.

13. Тип гумуса в дерново-подзолистых почвах:

- а) гуматный;
- б) фульватный;
- в) гуматно-фульватный;
- г) фульватно-гуматный.

14. Дерново-подзолистые почвы земледельческой части Красноярского края отличаются от европейских аналогов:

- а) пониженной ЕКО;
- б) менее кислой рН;
- в) гуматным типом гумуса;
- г) хорошей оструктуренностью.

15. Растительность, под которой формируются серые лесные почвы:

- а) хвойные леса;
- б) лиственные травяные леса;
- в) травянистая растительность;
- г) широколиственные леса.

16. Доля серых лесных почв в пашне Красноярского края, процент:

- а) 21;
- б) 5;
- в) 62;
- г) 0,1.

17. Слабее оподзолены виды серых лесных почв, расположенные на склонах:

- а) восточных;
- б) северных;
- в) северо-восточных;
- г) южных.

18. Строение профиля серых лесных почв:

- а) $A_0 - A_1 - A_1A_2 - A_2B - BC - C$;
- б) $A_0 - A_1 - A_2 - B - BC - C$;
- в) $Ad - A - AB - B - C$;
- г) $A_0 - A_2g - Bg - Cg$.

19. Разделение серых лесных почв на подтипы проводят:

- а) по содержанию гумуса;
- б) степени оподзоленности;
- в) глубине залегания карбонатов;
- г) глубине залегания солей.

20. Гранулометрический состав серых лесных почв Красноярского края:

- а) тяжелосуглинистый;
- б) среднесуглинистый;
- в) супесчаный;
- г) легкосуглинистый.

21. Процесс формирования профиля серых лесных почв:

- а) глеевый;
- б) дерновый;
- в) солончаковый;
- г) солонцовый.

22. ЕКО в темно-серых лесных почвах, мг-экв/100 г:

- а) 15-20;
- б) 20-40;
- в) 35-45;
- г) > 50.

23. Установите соответствие между подтипом серых лесных почв и содержанием гумуса:

- | | |
|------------------|-----------|
| а) светло-серые; | а) 2-3 %; |
| б) серые; | б) 6-7 %; |
| в) темно-серые. | в) 4-5 %. |

24. Тип водного режима серых лесных почв:

- а) непромывной;
- б) застойный;
- в) периодически промывной;
- г) промывной.

25. Общая пористость в гор. В серых лесных почв, процент:

- а) 50-60;
- б) 60-80;
- в) 40-45;
- г) < 25.

26. Почвы Красноярской лесостепи имеют температурный режим:

- а) непромерзающий;
- б) мерзлотный;
- в) длительно сезоннопромерзающий;
- г) сезоннопромерзающий.

27. Серые лесные почвы, развитые на коричнево-бурых глинах отличаются:

- а) богатством гумуса;
- б) низкой гумусированностью;
- в) плохой оструктуренностью;
- г) сильной оподзоленностью.

28. Отношение C:N в серых лесных почвах:

- а) 10-13;
- б) 8-11;
- в) < 8;
- г) > 13.

29. Укажите тип, распространенный как в лесостепи, так и в степной зоне:

- а) каштановые;
- б) серые лесные;
- в) черноземы;
- г) лугово-черноземные.

30. Черноземы формируются под растительностью:

- а) смешанных лесов;
- б) хвойных лесов;
- в) травяных лесов;
- г) травянистой.

31. Почвообразующие породы черноземов:

- а) морены;
- б) элювий коренных пород;
- в) лессовидные отложения;
- г) аллювиальные отложения.

32. Тип водного режима лесостепных черноземов:

- а) непромывной;
- б) выпотной;
- в) периодически промывной;
- г) мерзлотный.

33. Профиль чернозема выщелоченного:

- а) Ад – А – АВ – В – Вк – Ск;
- б) А₀ – А₁ – А₂ – А₂В – В – С;
- в) А₀ – А₁А₂ – А₂В – ВС – С;
- г) Ад – Ак – АВк – Вк – Ск.

34. Мощность гумусового горизонта в черноземах оподзоленных, см:

- а) 10-20;
- б) 30-70;
- в) 20-30;
- г) 100-120.

35. Ведущий почвообразовательный процесс при формировании черноземов:

- а) оподзоливание;
- б) лессиваж;
- в) дерновый;
- г) солончаковый.

36. Тип структуры, характерный для гор. А черноземов:

- а) глыбистая;
- б) зернисто-комковатая;
- в) ореховатая;
- г) плитчатая.

37. Критерием разделения типа черноземов на подтипы служит:

- а) мощность гумусового горизонта;
- б) глубина залегания карбонатов;
- в) степень оподзоленности;
- г) реакция среды.

38. Новообразования в черноземах оподзоленных:

- а) карбонаты;
- б) глей;
- в) кремнеземистая присыпка;
- г) соли.

39. Распределите подтипы черноземов в порядке убывания содержания гумуса:

- а) чернозем выщелоченный;
- б) чернозем южный;
- в) чернозем обыкновенный;
- г) чернозем оподзоленный.

40. Состав ППК в черноземе южном:

- а) Ca, Mg, H;
- б) Ca, Mg, Na;
- в) Ca, Mg;
- г) Ca, Mg, H, Al.

41. Химический элемент, определяющий свойства и признаки черноземов:

- а) Н;
- б) Са;
- в) Al;
- г) Na.

42. Реакция почвенного раствора черноземов:

- а) нейтральная;
- б) кислая;
- в) щелочная;
- г) оптимальная.

43. Степень насыщенности основаниями в черноземах, процент:

- а) 100;
- б) 90-100;
- в) 70-90;
- г) < 60.

44. Содержание гумуса в черноземах, процент:

- а) 2-4;
- б) 5-12;
- в) 3-6;
- г) 15-16.

45. Состав гумуса черноземов:

- а) гуматный;
- б) фульватный;
- в) фульватно-гуматный;
- г) гуматно-фульватный.

46. Плотность сложения в гор. А черноземов, г/см³:

- а) 1,2-1,4;
- б) 1,0-1,2;
- в) 1,4-1,5;
- г) 1,6-1,8.

47. ЕКО в гор. А черноземов, мг-экв/100 г:

- а) 10-20;

- б) 40-60;
- в) 15-35;
- г) 200.

48. Подтип чернозема с максимальной величиной накопления ила в гор. В:

- а) оподзоленный;
- б) южный;
- в) обыкновенный;
- г) выщелоченный.

49. Прием, повышающий эффективность плодородия черноземов:

- а) известкование;
- б) ранневесеннее боронование;
- в) гипсование;
- г) нулевая обработка.

50. Доля черноземов в структуре пашни Красноярского края, процент:

- а) 5;
- б) 21;
- в) 62;
- г) 100.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Агрономическая оценка гранулометрического состава почв.
2. Общие физические свойства почв и их роль в плодородии.
3. Структурное состояние почв: морфологическая и агрономическая оценка.
4. Факторы структурообразования.
5. Водно-физические свойства почв.
6. Органическое вещество почвы: влияние на агрономические свойства и режимы почв.
7. Агроэкологические функции лабильного органического вещества почвы.
8. Баланс воды в почве и его составляющие.
9. Типы водного режима почв.
10. Регулирование водного режима почв и агроландшафтов.
11. Температурный режим почв и условия, определяющие его.

12. Типы теплового режима почвы.
13. Влияние теплового режима на интенсивность почвенных процессов.
14. Регулирование теплового режима.
15. Состав почвенного воздуха.
16. Регулирование воздушного режима почвы.
17. Окислительно-восстановительные процессы и определяющие их факторы.
18. Типы окислительно-восстановительных режимов.
19. Свойства и режимы подзолистых почв.
20. Свойства и режимы дерново-подзолистых почв.
21. Свойства и режимы серых лесных почв.
22. Свойства и режимы черноземов.
23. Свойства и режимы каштановых почв.
24. Свойства и режимы солонцов.
25. Свойства и режимы солончаков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в учебном пособии материалы необходимы для совершенствования знаний о почвах, их свойствах и режимах.

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести:

- знания по физическим, водно-физическим, химическим и физико-химическим свойствам почв; водному, тепловому, воздушному и окислительно-восстановительному режиму почв, способам регулирования свойств и режимов почв;

- умения в области диагностирования генетических типов почв по их свойствам; разработки мероприятий по использованию почв; осуществления регулирования почвенных условий в агротехнологиях; оценивания пригодности почв для возделывания различных сельскохозяйственных культур; выполнения необходимых расчетов, решения типовых задач.

Все это необходимо будущим специалистам для грамотной организации работы на полях сельскохозяйственных предприятий и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, не нарушая плодородие почв.

Надеемся, что данное учебное пособие будет способствовать приобретению новых знаний и практических навыков.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Водный баланс – оценка прихода и расхода влаги.

Водный режим почвы – совокупность процессов поступления влаги в почву, ее передвижения и расхода из почвы.

Воздушный режим почвы – совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, его передвижения в почве и расхода, а также явлений обмена газами между почвенным воздухом, твердой и жидкой фазами, потребления и выделения отдельных газов живым населением почвы.

Гранулометрический состав почв – относительное содержание различных фракций элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) в почве или породе.

Гумификация – сложный биофизико-химический процесс трансформации промежуточных высокомолекулярных продуктов разложения органических остатков в особый класс органические соединения – гумусовые кислоты.

Емкость катионного обмена (ЕКО) – общее количество всех поглощенных катионов, которые могут быть вытеснены из почвы.

Окислительно-восстановительный режим почв – совокупность окислительных и восстановительных процессов, вызывающих изменение во времени окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) в профиле почвы.

Органическое вещество почв – совокупность живой биомассы и органических остатков растений, животных, микроорганизмов, продуктов их метаболизма и специфических новообразованных органических веществ почвы – гумуса.

Плотность сложения почвы или плотность почвы – масса сухого вещества почвы в единице ее объема ненарушенного естественного сложения, выраженная в г/см^3 или т/м^3 .

Плотность твердой фазы – масса твердых компонентов почвы в единице его истинного объема без учета пор, выраженная в г/см^3 или т/м^3 .

Пористость – объем пустот между элементарными частицами, структурными единицами и агрегатами, занятый воздухом или водой.

Разложение (распад) органического вещества – это процесс частичного или полного превращения сложноорганизованных структур и молекул в более простые, в том числе и в продукты полной минерализации (CO_2 , NH_3 , H_2O и др.).

Структура почвы – это ее физическое строение на уровне почвенного горизонта, обусловленное размером, формой, количественным соотношением, характером взаимосвязи и расположением, как элементарных почвенных частиц, так и состоящих из них агрегатов.

Структурность почвы – ее способность распадаться на агрегаты при механическом воздействии.

Тепловой режим – совокупность и определенная последовательность явлений теплообмена в системе: приземный слой воздуха – растения – почва – подстилающая порода, а также совокупность процессов теплопереноса, теплоаккумуляции и теплорассеивания в самой почве.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимическая характеристика почв СССР. Средняя Сибирь / под ред. А.В. Соколова, Н.В. Орловского. – М.: Наука, 1971. – 272 с.
2. Бондарев, А.Г. Проблема регулирования физических свойств почв в интенсивном земледелии / А.Г. Бондарев // Почвоведение. – 1988. – № 9. – С. 64-69.
3. Бугаков, П.С. Почвы Красноярского края / П.С. Бугаков, С.М. Горбачева, В.В. Чупрова. – Красноярск, 1981. – 127с.
4. Бугаков, П.С. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края / П.С. Бугаков, В.В. Чупрова. – Красноярск, 1995. – 176 с.
5. Вередченко, Ю.П. Агрофизическая характеристика почв Центральной части Красноярского края / Ю.П. Вередченко. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 176 с.
6. Жуланова, В.Н. Агропочвы Тувы: свойства и особенности функционирования / В.Н. Жуланова, В.В. Чупрова. – Красноярск, 2010. – 155с.
7. Качинский, Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы их изучения / Н.А. Качинский. – М.: Изд-во АН ССР, 1958. – 191 с.
8. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2010.
9. Ковда, В.А. Основы учения о почвах / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – 446 с.
10. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – М.: КолосС, 2008. – 438 с.
11. Кураченко, Н.Л. Воспроизводство плодородия почв / Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – 141 с.
12. Крупкин, П.И. Способы повышения плодородия почв / П.И. Крупкин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011.
13. Кураченко, Н.Л. Агрофизическое состояние почв Красноярской лесостепи / Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск. 2013. – 194 с.
14. Крупкин, П.И. Черноземы Красноярского края / П.И. Крупкин. – Красноярск, 2002. – 314 с.

15. Лебедева, Н.И. Почвы Центрально-Европейской и Средне-Сибирской лесостепи / Н.И. Лебедева, Е.В. Семина. – М.: Колос, 1974. – 232 с.
16. Розанов, Б.Г. Генетическая морфология почв / Б.Г. Розанов. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 283 с.
17. Рудой, Н.Г. Производительная способность почв Приенисейской Сибири / Н.Г. Рудой; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 240 с.
18. Сорокина, О.А. Агрогенная трансформация серых лесных почв / О.А. Сорокина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 176 с.
19. Топтыгин, В.В. Природные условия и природное районирование центральной части Красноярского края / В.В. Топтыгин, П.И. Крупкин, Г.П. Пахтаев. – Красноярск, 2002. – 143 с.
20. Чупрова, В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири / В.В. Чупрова. – Красноярск, 1997. – 166 с.
21. Чупрова, В.В. Почвы Сибири / В.В. Чупрова. – Красноярск, 2018. – 126 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1

Оценка пористости суглинистых и глинистых почв (Качинский, 1965)

Общая пористость почвы в вегетационный период, процент	Качественная оценка пористости
>70	Почва вспушена – избыточно пористая
55–65	Культурный пахотный слой – отличная
50–55	Удовлетворительная для пахотного слоя
<50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
25–40	Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов – чрезмерно низкая

Таблица А.2

Оценка плотности сложения суглинистых и глинистых почв (Качинский, 1965)

Плотность, г/см ³	Оценка
<1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,0–1,1	Типичные величины для культурной или свежевспаханной пашни
>1,2	Пашня уплотнена
1,3–1,4	Типичные величины для подпахотных горизонтов различных почв (кроме черноземов)
1,4–1,6	Пашня сильно уплотнена
1,6–1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты почв

Таблица А.3

Оценка структурного состояния почвы (Долгов, Бахтин, 1966)

Содержание агрономически ценных агрегатов, %	Оценка структурного состояния
>70	Отличное
70-55	Хорошее
55-40	Удовлетворительное
40-20	Неудовлетворительное
<20	Плохое

СВОЙСТВА И РЕЖИМЫ ПОЧВ

Лабораторный практикум

Кураченко Наталья Леонидовна

Редактор Л.Э. Трибис

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

Подписано в печать 24.01.2020. Формат 60×84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 7,0. Тираж 56 экз. Заказ № 10

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