

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра экологии, ботаники и охраны природы

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ

Методические указания к лабораторным занятиям

Издательство «Самарский университет»
1998

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Самарского государственного университета*

Методические указания подготовлены для студентов специальности «Биология» дневного и вечернего отделения университета и предназначены для использования на лабораторных занятиях по курсу «Общее почвоведение с основами геологии» цикла «Науки о земле».

Составители: канд. биол. наук, доц. Н.В.Прохорова,
канд.биол.наук, доц. Л.М.Кавеленова, асс. О.В.Баданова

Рецензент канд.биол.наук А.В.Виноградов

© Прохорова Н.В.,
Кавеленова Л.М.,
Баданова О.В.,
составление,
1998

Редактор Е.А.Краснова
Компьютерная верстка, макет Н.В.Прохорова, О.В.Баданова

ЛР № 020316 от 04.12.96. Подписано в печать 07.12.98. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Объем 3,75 уч.изд.л., 3,5 усл.-печ.л. Тираж 100 экз.

Заказ № 121

Издательство «Самарский университет», 443011, г.Самара,
ул.Акад.Павлова, 1.

УОП СамГУ, ПЛД № 67-43 от 19.02.98.

Раздел 1

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

Тема 1

Минералы и горные породы

Земную кору – верхнюю твердую оболочку Земли - составляют различные генетические типы горных пород (магматические, осадочные, метаморфические). Горные породы представляют собой естественные минеральные агрегаты. Различают мономинеральные и полиминеральные горные породы. Под минералами понимают природные химические соединения, реже самородные химические элементы, возникшие в результате физико-химических процессов в земной коре или на ее поверхности (табл. 1).

Таблица 1

Главные породообразующие и акцессорные минералы различных групп горных пород

Группы пород		Минералы
Магматические	Кислые	Главные: кварц, полевые шпаты (ортоклаз, микроклин, альбит, анортит), слюды (мусковит, биотит), роговая обманка. Акцессорные: гранат, турмалин, циркон, монацит, касситерит, золото, корунд.
	Основные и ультраосновные	Главные: авгит, роговая обманка, оливин, серпентин, хлорит, лейцит. Акцессорные: магнетит, ильменит, хромит, платина, нефелин, апатит.
	Средние	Нефелин, содалит, канкринит, полевые шпаты (щелочные), авгит, роговая обманка, биотит, апатит, пироксены, эгирин, сфен, флюорит.
Осадочные		Глинистые минералы (каолинит, гидрослюда, галлуазит, монтмориллонит, нонтронит, монотермит, глауконит), группа гидроокислов алюминия (диаспор, бемит, гидраргиллит, минералы группы кварца (кварц, опал, халцедон), карбонаты (кальцит, доломит, сидерит, магнезит, арагонит), водные окислы железа и алюминия (лимонит, боксит и др.), сульфаты (гипс, ангидрит), хлориды (галит, сильвин, карналлит), фосфаты.
Метаморфические		Кварц, полевые шпаты, слюды, роговая обманка, пироксены, оливин, циркон, серпентин, хлорит, актинолит, серицит. Минералы, характерные главным образом для метаморфических пород: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, кордиерит, гранаты, везувиан, тремолит, глаукофан, графит, тальк.

Физические свойства минералов

Основными физическими свойствами минералов являются форма нахождения их в природе, цвет минералов в куске и порошке, блеск, твердость, спайность, излом, прозрачность, удельный вес, а для ряда минералов - особые, характерные часто только для них свойства (прил. 1).

Формы нахождения минералов в природе разнообразны и зависят от условий их образования. Различают кристаллы, скопления минеральных зерен, минеральные агрегаты.

Оптические свойства минералов.

Цвет. Важный признак минерала. Определяется его химическим составом (основным и примесями), структурой, механическими примесями и неоднородностями. В связи с этим один и тот же минерал может иметь разную окраску, а разные минералы - одинаковую. Цвет минерала может осложняться интерференцией света в его поверхностных частях, что вызывает, например, появление серых, синих, зеленых переливов у лабрадора (явление *иризации*).

В результате окисления на поверхности многих минералов образуется блестящая окрашенная радужная пленочка - побежалость. Синевато-голубоватые оттенки - у минералов, содержащих медь, красновато-коричневые - содержащих железо.

Различают цвет минерала в куске и порошке. Они часто не совпадают. Цвет минерала в куске зависит от состава минерала, от характерного распределения ионов в структурной решетке, от примесей. Цвет минерала в порошке, или цвет черты - является важным диагностическим признаком. У прозрачных и большинства просвечивающих минералов порошок белый или слабо окрашенный. Для определения цвета черты минералом проводят по шероховатой поверхности фарфоровой пластинки (бисквит). Этот метод применим для минералов с твердостью < 6 , более твердые минералы оставляют на фарфоре царапину.

Блеск. Обусловлен отражением света от поверхности граней или поверхностей излома. Зависит показателей преломления и в меньшей степени от агрегатного состояния минерала.

Различают следующие виды блеска:

- металлический - напоминает блеск свежего металла (пирит, галенит);
- металловидный - напоминает блеск потускневшей поверхности металла (графит);
- алмазный - характерен для минералов с высоким показателем преломления света (алмаз, киноварь);
- стеклянный - напоминает блеск поверхности стекла, характерен для минералов с невысоким показателем преломления света (кальцит, кварц - на гранях кристалла);

- жирный - поверхность минерала кажется как бы покрытой пленкой жира, что обусловлено взаимным гашением отраженных от неровной поверхности минерала лучей (нефелин, кварц на изломе);

- перламутровый - напоминает радужные переливы перламутровой поверхности раковины. Они возникают вследствие отражения света от плоскостей спайности, расположенных под верхней из них. Перламутровый блеск характерен для минералов с весьма совершенной и совершенной спайностью (мусковит, кальцит);

- шелковистый - встречается у минералов, обладающих столбчатым и волокнистым строением (асбест);

- тусклый или матовый - у минералов, блеск которых слабо выражен, чаще из-за очень тонкошероховатой поверхности излома (кремень);

- восковой - напоминающий блеск воска.

Прозрачность. Характеризует способность минерала пропускать свет, зависит от его кристаллической структуры, а также от характера и однородности минерального скопления. *Прозрачные* - пропускают свет подобно оконному стеклу (горный хрусталь); *полупрозрачные* - (дымчатый кварц); *просвечивающие* - пропускают свет подобно матовому стеклу (халцедон); *просвечивающие по тонкому краю* - (кремень); *непрозрачные* - не пропускают световых лучей даже в очень тонких пластинках (магнетит). Агрегаты многих минералов на глаз кажутся непрозрачными.

Механические свойства минералов.

Твердость. Способность минерала противостоять внешнему механическому воздействию (обычно царапанью одного минерала другим). Ф. Моос (1773-1839) предложил метод определения твердости минерала путем царапанья его минералами-эталоном. В шкалу твердости Мооса входят 10 следующих минералов: тальк ($Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$)-1, гипс ($CaSO_4 \cdot H_2O$) - 2, кальцит ($CaCO_3$) - 3, флюорит (CaF_2) - 4, апатит ($Ca_5(PO_4)_3[F,Cl,OH]$) - 5, ортоклаз ($K[AlSi_3O_8]$) - 6, кварц (SiO_2) - 7, топаз ($Al_2(F,OH)_2[SiO_4]$) - 8, корунд (Al_2O_3)-9, алмаз (C) - 10. Важно подчеркнуть, что единицы твердости по шкале Мооса относительны. Твердость минералом можно определять и при помощи предметов, имеющих под руками (шкала Н.К.Разумовского): твердость 1 имеет графит мягкого карандаша, 2 - поваренная соль или алюминиевая игла, 2,5 - ноготь, 3 - медная монета; 4 - железный гвоздь, 5 - стекло, 5,5 - 6 - стальной нож, игла; 7 - напильник. Более твердые минералы встречаются редко.

Удельный вес. Удельный вес - масса 1 куб.см вещества в граммах. Вместо понятия "удельный вес" в минералогии используется понятие "плотность". Для каждого минерала характерна более или менее постоянная плотность. Для минералов, в состав которых входят тяжелые металлы, высокая плотность является диагностическим признаком. Плотность минерала имеет числовое значение, равное удельному весу, и выражается числом без размерности. По плотности минералы делятся на 4 группы: легкие (до 2,5), средние

(2,5-4), тяжелые (4-6) и очень тяжелые (> 6). При макроскопическом изучении минералов важно уметь простым взвешиванием на ладони отнести его к группе легких, средних, тяжелых и очень тяжелых. У наиболее распространенных в земной коре минералов удельный вес колеблется от 2,5 до 3,5. Наибольший удельный вес имеет платинистый иридий - 23.

Излом. Определяется поверхностью, по которой раскалывается минерал. Об изломе говорят, когда плоскостей спайности определить не удается. Поверхность излома может напоминать ребристую поверхность раковины - раковинистый излом (поверхность с концентрически расположенными углублениями - волнами, напоминающими ребристость поверхности раковин - кремень), может иметь неопределенно-неровный характер - неровный излом (плоскость в виде неопределенно выраженных поверхностей - апатит). В мелкозернистых агрегатах определяют вид излома агрегата в целом - зернистый (в виде отдельных зерен), занозистый, игольчатый (поверхность излома покрыта мелкими занозами, иголочками - роговая обманка), землистый излом напоминает шероховатую поверхность как бы покрытую пылинками (каолин), волокнистый.

Спайность. Способность кристаллических минералов раскалываться по ровным поверхностям - плоскостям спайности, соответствующим направлениям наименьшего сцепления частей в кристаллической структуре минерала.

Различают следующие степени спайности:

- *весьма совершенная спайность* - минерал расщепляется пальцами на отдельные пластинки с гладкими параллельными поверхностями - плоскостями спайности (слюда);

- *совершенная спайность* - минерал при ударе молотком раскалывается по ровным плоскостям (галит);

- *средняя спайность* - при ударе минерал раскалывается по плоскостям спайности с образованием ступенчатых поверхностей, все ступеньки между собой параллельны (ортоклаз);

- *несовершенная спайность* - на общем фоне преобладающего неровного излома наблюдаются параллельные между собой площадки (apatит);

- *весьма несовершенная спайность* - на изломе практически никогда нельзя обнаружить ровных параллельных друг другу плоскостей (кварц).

Кроме определения степени спайности следует отмечать направления, в которых она выражена. Существуют минералы, обладающие спайностью в одном направлении (слюда), в двух (ортоклаз - в одном направлении совершенная, в другом - средняя, в третьем - неровный излом), в трех (галит), в четырех (флюорит), в шести (сфалерит). Спайность кристаллических агрегатов определяется для каждого зерна в отдельности, а не в целом для всего образца.

Характеристика горных пород

Магматические (изверженные) горные породы образовались из силикатных расплавов (магмы), застывших в глубине земной коры (породы глубинные – интрузивные), или из магмы, излившейся на поверхность Земли (породы излившиеся – эффузивные). Они имеют кристаллическую или скрытокристаллическую структуру, преимущественно плотное, массивное сложение (текстура). По содержанию кремнезема их разделяют на кислые, средние, основные и ультраосновные (табл. 1). Основные формы залегания для эффузивных пород – покровы, потоки, купола, обелиски, некки; для интрузивных – батолиты, штоки, лактолиты, колиты, лополиты, факолиты, дайки, силлы.

Для кислых пород характерно наличие кварца и светлоокрашенных минералов. В породах других групп кварц отсутствует. Основные и ультраосновные породы имеют более темную окраску в сравнении с кислыми и средними породами. Магматические породы составляют 95% от общей массы пород литосферы, однако почвообразующими являются редко, главным образом в горных районах. Для определения магматических пород можно использовать таблицу прил. 2.

Метаморфические горные породы образуются из магматических и осадочных пород в недрах Земли в результате глубокого изменения (метаморфизма) под воздействием высоких температур и давлений при химическом воздействии газов и флюидов. Имеют массивно-кристаллическую структуру. Важным диагностическим признаком этих пород является текстура, чаще всего ориентированная, иногда массивная. Их значение в почвообразовании также мало. Поскольку сходные по составу, структурам и текстурам метаморфические породы могут образовываться за счет изменения как магматических, так и осадочных пород, к названиям метаморфических пород, возникших из магматических, прибавляется приставка "орто-" (например, ортогнейсы), из осадочных – приставка "пара-" (например, парагнейсы). Для определения метаморфических горных пород можно использовать таблицы прил. 3 и 4.

Осадочные горные породы – это отложения продуктов выветривания более древних, ранее сформированных пород на поверхности Земли, на дне морей, рек, озер. Среди осадочных пород выделяют три основных группы: 1) обломочные породы, возникшие в результате механического разрушения каких-либо пород и накопления образовавшихся обломков; 2) глинистые породы, являющиеся продуктом преимущественно химического разрушения пород и накопления возникших при этом глинистых минералов; 3) химические (хемогенные) и органические породы, образовавшиеся в результате химических и биологических процессов. Среди осадочных пород биогенного происхождения важное значение в почвообразовании имеют карбонатные отложения – известняки, мел, мергели. Осадочные горные породы являются главными

ми почвообразующими породами. Они тонким чехлом покрывают около 75% поверхности континентов.

Важнейший признак осадочных пород – их слоистая текстура, что объясняется условиями образования этих пород. Мощность слоев может достигать десятков метров или не превышать долей сантиметра. Другим текстурным признаком осадочных пород может быть пористость. Невооруженным глазом видны только крупные поры; более мелкие обнаруживаются по интенсивности поглощения породой воды. Например, породы, обладающие тонкой пористостью, прилипают к языку или влажным пальцам.

Структура осадочных пород отражает их происхождение – обломочные породы состоят из обломков более древних пород и минералов, т.е. имеют обломочную структуру; глинистые сложены мельчайшими, не видимыми вооруженным глазом зернами глинистых минералов – пелитовая структура; хемобиогенные обладают либо кристаллической структурой (от ясно различимой до скрытокристаллической), либо аморфной, либо органогенной (видны скопления скелетных частей организмов или их обломки).

Среди обломочных осадочных пород выделяют крупнообломочные и грубообломочные: глыбы, валуны, отломы, галька, щебень, гравий, дресва, среди мелкообломочных пород – пески, алевроиты и глины (пелиты). Особые трудности вызывает определение глин, но мономинеральные глины можно определять даже в полевых условиях (табл. 2).

Таблица 2

Особенности основных мономинеральных типов глин

Тип глины	Цвет	Поведение при замачивании	Использование
Калионитовая	Белый	Малопластична, не набухает	Огнеупорная глина
Гидрослодистая	Голубовато-серый, темно-зеленый	Малопластична, не набухает	Строительная глина
Монтмориллонитовая	Светло-серый с желтовато-зеленоватыми оттенками	Высокопластична, сильно набухает	Отбеливающая глина

Хемогенные и биогенные породы имеют яркие отличительные признаки и являются важными полезными ископаемыми (табл. 3, прил. 5).

При описании осадочных горных пород также обращают внимание на их минеральный состав и строение.

Таблица 3

Хемогенные и биогенные осадочные породы

Породы	Преобладающий состав	Основные типы	Способ образования
Глиноземные породы - аллиты	Гидраты окиси алюминия	Латериты, бокситы	Накопление в коре выветривания из растворов
Железистые	Окислы, их гидраты, карбонаты, сульфиды железа	Окисные и сернистые руды, сидериты, железистые хлориты	..*
Марганцевые	Окислы, их гидраты, карбонаты марганца	Окисные и карбонатные породы (руды)	Осаждение из растворов
Эвапориты	Хлористые и сернокислые соединения кальция, натрия, магния и калия	Гипсы, ангидриты, каменная соль, калийно-магниевые породы	..*
Кремнистые силициты	Окись или гидроокись кремния	Доломиты, радиолариты, трепелиты, опоки, кремни, яшмы, кремнистые сланцы, гейзериты	Накопление органических остатков, осаждение из растворов
Фосфатные	Фосфаты кальция	Желваковые и пластовые фосфориты, костяные брекчии	Осаждение из растворов, накопление органического вещества
Карбонатные	Карбонаты кальция и магния	Известняки, доломиты, мергели	Накопление органических остатков, осаждение из растворов, накопление обломков более древних карбонатных пород
Каустобиолиты	Углерод, углеводороды	Угли, нефть, горючие сланцы, торф, сапропель, битумы, горючие газы	Накопление и преобразование органических веществ

Способы описания цвета породы

При описаниях пород важно отмечать оттенок (темность) породы, степень интенсивности или насыщенности цвета, цветовые тона пород (ахроматические: белый, серый, черный; хроматические: красный, коричневый, желтый, зеленый, синий, фиолетовый), а составным прилагательным рекомендуется выделять оттенки цветов (например, красновато-светло-коричневый; последнее слово – главный цвет породы, промежуточное – менее существенный, первое – оттенок). Различают цвет минерала или породы в куске и в порошке. Последний определяют как "цвет черты". Для этого кусочком породы проводят по неглазурованной фарфоровой пластинке (бисквит) и определяют цвет появившейся черты.

Определение структуры горных пород

При изучении структуры горной породы обращают внимание на форму и размеры кристаллов и минералов, слагающих ее, способы их сочетания между собой и стеклом или цементом.

По степени кристалличности среди магматических пород выделяют три типа структур: полнокристаллическую, или кристаллически зернистую; неполнокристаллическую и стекловатую. В зависимости от размера зерен различают структуры явнокристаллические, или фанеритовые, (зерна видны вооруженным глазом), и скрытокристаллические, или афанитовые (зерна видны только под микроскопом).

Среди явнокристаллических пород различают гигантозернистые (с размером зерен более 10 мм), крупнозернистые (5-10 мм), среднезернистые (1-5 мм), мелкозернистые (0,5-1 мм) и мелкозернистые (менее 0,5 мм). По размерам зерен различают структуры равномерно-зернистые и неравномерно-зернистые. Последние делят на порфиroidные (среди полнокристаллической массы кристаллов выделяются отдельные крупные) и порфиroidные (порфиroidные вкрапленники, хорошо образованные фенокристаллы или крупные кристаллы среди скрытокристаллической массы).

Среди метаморфических пород выделяют три типа структур: кристаллобластовые (полностью перекристаллизованные), реликтовые (перекристаллизованные не полностью), катаклассические (возникшие в результате направленного давления, вызывающего дробление, но не перекристаллизацию). Каждый тип структур делится в свою очередь на определенные градации.

Для осадочных пород единой классификации структуры не создано. Принято отдельно рассматривать структуры обломочных, глинистых, химических и биохимических пород. В обломочных породах выделяют следующие типы структур: псефитовая (крупнообломочная, грубообломочная, > 1 мм); псаммитовая (песчаная, 1-0,1 мм); алевроитовая (0,1 – 0,01 мм); пелитовая (глинистая, < 0,01 мм). Возможны структуры переходного типа (пелитоалеврито-

вая). Обломки и обломочные зерна скреплены в породе цементом различного типа: базальный, поровый, пленочный, контактовый. Цемент может быть аморфным (мономинеральный, например, опаловый или фосфатовый) и кристаллическим (кальцитовый, гипсовый, кварцевый и др.).

В породах химического и биохимического происхождения важнейшим структурным признаком является форма зерен. Для пород химического происхождения характерна оолитовая и сферолитовая структуры, характерные для карбонатных, фосфатных, железистых и алюминиевых пород.

В биогенных породах выделяют биоморфную (из целых раковин), органо-генно-дейтритовую (из обломков раковин), органогенно-обломочную (скопления обломков раковин) структуры.

Определение текстуры горных пород

Изучение текстуры горных пород лучше всего проводить прямо в обнажении. Особенности текстуры позволяют расшифровать условия образования горной породы.

В магматических породах различают два главных типа текстур: однородную, или массивную, и неоднородную. Массивная текстура характеризуется равномерным распределением минеральных зерен (указывает на одинаковые глубинные условия кристаллизации). Среди неоднородных текстур выделяют такситовую, или шпировую (отдельные участки породы отличаются друг от друга по составу или по структуре), полосчатую (разновидность шпировой: чередование полос разного состава; характерна для габбро), директивную (почти параллельное расположение минералов), флюидальную (свойственная для стекловатых и полустекловатых эффузивных пород, видны следы течения лавы), пористую (поры возникают в результате выделения газов при кристаллизации эффузивных пород), миндалекаменную (за счет заполнения пор в эффузивных породах вторичными минералами – кварцем, опалом, халцедоном, хлоритом и др.).

В метаморфических породах текстура отражает условия преобразования горной породы. Выделяют текстуры: массивную, пятнистую, полосчатую, сланцеватую, параллельно-сланцеватую (сланцы, гнейсы), волнисто-сланцеватую, линейно-сланцеватую (удлиненные игольчатые минералы – роговая обманка, актинолит, дистен и др., ориентированные параллельно друг другу), сланцевато-линзовидную.

К текстурным признакам осадочных пород относят присутствие в породах конкреций и пористость. Внутреннее строение конкреций может быть концентрическим, радиально-лучистым, однородным (зернистым). Пористость обусловлена наличием в породе мелких пустот. Основные виды текстур осадочных пород с примерами, особенностями проявления и условий образования представлены в прил. 6. Справочный материал дан в прил. 7.

Раздел 2

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Тема 1

Морфологические признаки почв

Морфология почвы – это концентрированное отражение ее генезиса, истории ее развития. В морфологических признаках почвы, в строении ее профиля отражаются те процессы, под влиянием которых исходная горная порода с течением времени превращается в почву. К главным морфологическим признакам почвы относятся окраска, структура, гранулометрический (механический) состав, сложение, новообразования и включения, строение почвенного профиля.

Окраска почвы

Окраска почвы служит первым морфологическим признаком, по которому выделяются генетические горизонты в профиле. Это показатель процессов, происходящих в почве, принадлежности ее к тому или иному типу. Например, многие почвы получили названия в соответствии со своей окраской – подзол, чернозем, краснозем, серозем и т.д.

Важнейшими составными частями почвы, от которых зависит ее цвет, являются гумус, кварц, карбонаты, глинистые минералы, оксиды железа, марганца, меди, водно-растворимые соли. Все разнообразие окрасок почвы создается тремя цветами – красным, белым и черным.

Черная окраска чаще всего является результатом содержания гумусовых веществ, прежде всего высокополимеризованного гуматного гумуса. Но черная окраска может проявляться и при малом содержании гумуса, если в почве содержится много монтмориллонитовых глин (образуются черные по цвету гумусо-глинистые комплексы).

Кроме того, темную окраску почв дают сульфиды железа, оксиды марганца, темные первичные минералы (роговая обманка), древесный уголь, магнетит, железистый монтмориллонит. Темная окраска почв может быть обусловлена темной окраской почвообразующих пород (юрские глины, углистые сланцы).

Белая окраска почв связана с кварцем, каолинитом, известью, легкорастворимыми солями, присутствием первичных минералов (полевые шпаты).

Красная окраска обусловлена накоплением в почве мало- или негидратированных свободных оксидов железа (преимущественно гематита или туррита).

Желтая окраска почв связана с накоплением в ней гидратированных оксидов железа (например, лимонита).

Сизая окраска почв – результат накопления специфических минералов, содержащих закись железа. Характерна для болотных и полуболотных почв.

Указанные окраски в почвах встречаются в чистом виде редко, обычно отмечают переходные или смешанные окраски.

Важно знать, что на окраску почвы влияет ее структурное состояние. Комковатые, зернистые или глыбистые почвы кажутся темнее, чем распыленные, бесструктурные. Большое влияние на окраску почвы оказывает вода. Влажные почвы всегда более темные, чем сухие. В полевых условиях надежное описание окраски почв рекомендуется проводить в дневные часы при одинаковых условиях увлажнения.

Существует цветовая шкала, позволяющая объективно характеризовать окраску почвы. Чаще всего называют не один цвет, а степень окраски – светло-бурая, темно-бурая, темно-серая с буроватым оттенком и т.д.

Задание 1.

Определить цвет и примерный минералогический состав предложенных образцов почвы. Результаты определения занести в рабочую тетрадь.

Структура почвы

Под структурой почвы понимают совокупность агрегатов различной величины, формы, порозности, механической прочности, характерных для каждой почвы и ее горизонтов. Способность почвы распадаться в естественном состоянии на агрегаты того или иного размера и формы называется структурой почвы. Бесструктурная раздельно-частичная почва не распадается на естественные структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль. Если же почва выламывается большими глыбами произвольной формы, то она называется бесструктурной массивной.

Различают три основных типа структуры почвы по форме агрегатов: кубовидную, призмовидную, плитовидную.

Кубовидная структура: почвенные отдельности равномерно развиты по трем перпендикулярным осям. В пределах этого типа выделяют 5 родов: глыбистая, комковатая, пылеватая, ореховатая, зернистая.

У почвы с призмовидной структурой отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси. В пределах этого типа выделяют 3 рода: столбовидная, призмовидная, призматическая.

У почвы с плитовидной структурой отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям. Для нее выделяют 2 рода: плитчатая, чешуйчатая.

В пределах каждого рода обособляются виды структуры. Так, в пределах ореховатой структуры выделяют крупноореховатый, ореховатый и мелкоореховатый виды структуры.

В чистом виде типы и роды почвенной структуры встречаются редко, чаще всего наблюдают смешанную структуру: комковато-зернистую, комковато-пылеватую и т.д.

Почвенные агрегаты имеют разную устойчивость к размывающему действию воды. *Водопрочными* называют агрегаты, способные ему противостоять. Водопрочность структуры зависит от химического состава почвы.

При оценке почвенной структуры отличают ее морфологическое и агрономическое понятие. В первом случае – это форма агрегатов, во втором – почва считается структурной, если в ней преобладают агрегаты размером от 0,25 до 10 мм.

Задание 2.

Определить тип и род структуры предложенных образцов почвы.

Результаты определения занести в рабочую тетрадь.

Работа 1. Агрегатный анализ по методу Н.И.Савинова.

Материалы и оборудование: образцы воздушно-сухой почвы, колонка почвенных сит, весы, листы плотной бумаги.

Из образца нерастертой воздушно-сухой почвы отбирают среднюю пробу массой около 300-500 г. Из этой пробы выбирают все корешки, камешки и другие включения. Почвенную пробу взвешивают. Готовят колонку почвенных сит в следующей последовательности (снизу вверх): поддон, сито 0,25 мм, 0,5 мм, 1 мм, 2 мм, 3 мм, 5 мм, 7 мм, 10 мм, крышка. На верхнее сито с диаметром отверстий 10 мм высыпают взвешенную пробу, закрывают крышку и осторожно, не допуская сильных ударов о стенки, просеивают почву. После просеивания агрегаты с каждого сита и нижнего поддона аккуратно переносят на отдельные листы бумаги, на которых записывают маркировку сита (диаметр отверстий). После этого каждую фракцию почвенных агрегатов взвешивают и рассчитывают ее содержание в процентах от общей массы взятого образца. Результаты записывают в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты агрегатного анализа

Образец	Размер агрегатов, мм; содержание в %								
	> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
.									

По результатам агрегатного анализа рассчитывают коэффициент структурности. Коэффициент структурности К представляет собой отношение ко-

личества агрономически ценных агрегатов (от 0,25 мм до 10 мм), %, к суммарному количеству агрегатов менее 0,25 мм и более 10 мм, %. Чем выше коэффициент структурности, тем лучше структура данной почвы.

По величине K и шкале Долгова-Бахтина (табл. 2.) делают вывод о структурном состоянии изученного образца почвы.

Таблица 2.
Оценка структурного состояния почвы по содержанию агрономически ценных агрегатов по С.И.Долгову и П.У.Бахтину.

Суммарное содержание агрегатов 0,25-10 мм, %	Структурное состояние почвы
> 80	Отличное
80-60	Хорошее
60-40	Удовлетворительное
40-20	Неудовлетворительное
< 20	Плохое

Работа 2. Определение водопрочности агрегатов капельным методом

Материалы и оборудование: образцы воздушно-сухой почвы, штатив с бюреткой, химические стаканы на 50 и 250 мл, дистиллированная вода, 2 предметных стекла, пластилин, вазелин, почвенное сито (1 мм).

Данный метод был предложен Д.Г.Виленским. Он позволяет оценить устойчивость отдельных агрегатов почвы к действию капель воды (дождя). В упрощенном виде установка для определения водопрочности агрегатов состоит из бюретки и основания, на которое помещают почвенный агрегат – пары предметных стекол, слегка смазанных вазелином и установленных наподобие раскрытой книжки (под углом в 90°) над горлом колбы или стеклянным стаканчиком (рис. 1). Щель между стеклами – 1 мм. Агрегат помещают под бюреткой на расстоянии 5 см от ее кончика.

Для эксперимента отбирают партию агрегатов (5-7 штук) определенного размера (3-5 мм). Перед началом эксперимента устанавливают нужное расстояние между агрегатом и носиком бюретки (путь падения каплей – 5 см) и, открыв кран бюретки, выбирают скорость падения каплей, сходную со скоростью падения каплей дождя. После этого испытуемый агрегат помещают в щель между стеклами и передвигают стаканчик со стеклами так, чтобы падающие капли точно попадали на агрегат. Размывание агрегата считают законченным, когда он распадается на более мелкие агрегаты, проходящие через миллиметровую щель между стеклами. Водопрочность определяется количеством воды (в мл), которое необходимо для разрушения агрегатов. По

данным 5-7 измерений получают среднюю величину для изучаемой фракции почвы. Результаты и вывод записывают в тетрадь.

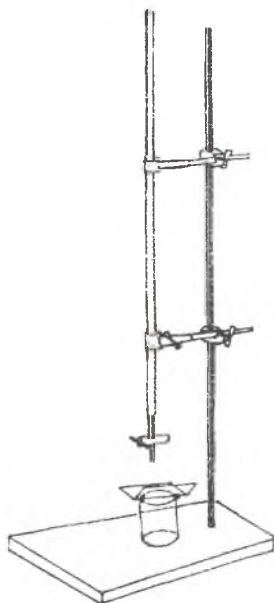


Рис. 1. Установка для определения водопрочности агрегатов почвы капельным методом

Механический (гранулометрический) состав почвы

Почва состоит из частиц разной величины, которые и называются механическими элементами.

По определению Н.А.Качинского (1965) "...под механическим элементом почвы следует понимать обособленные куски, кусочки (осколки) пород и минералов, а также аморфных соединений в почве, все элементы которых находятся в химической взаимосвязи". Механические элементы достаются почве в наследство от материнской (почвообразующей) породы, но они претерпевают значительные изменения в процессе почвообразования.

Относительное содержание в почве и породе механических элементов (фракций) называется механическим (гранулометрическим) составом (табл.3,4).

Таблица 3

Классификация механических элементов почв и пород
(по Н.А.Качинскому)

Механические элементы	Размер, мм	Механические элементы	Размер, мм
Камни	> 3	Пыль крупная	0,05-0,01
Гравий	3-1	Пыль средняя	0,01-0,005
Песок крупный	1-0,5	Пыль мелкая	0,005-0,001
Песок средний	0,5-0,25	Ил грубый	0,001-0,0005
Песок мелкий	0,25-0,05	Ил тонкий	0,0005-0,0001
		Коллоиды	< 0,0001

Таблица 4

Классификация почв и пород по механическому составу
(по Н.А.Качинскому)

Название почвы по механическому составу	Содержание физической глины, %			Содержание физического песка, %		
	Таежные (лесные) почвы	Черноземы желтоземы красноземы	Солонцы	Таежные (лесные) почвы	Черноземы желтоземы красноземы	Солонцы
Глина тяжелая	> 80	> 85	> 65	> 20	> 15	> 35
Глина средняя	65-80	75-85	50-65	35-20	25-15	50-35
Глина легкая	50-65	60-75	40-50	50-35	40-25	60-50
Суглинок тяжелый	40-50	45-60	30-40	60-50	55-40	70-60
Суглинок средний	30-40	30-45	20-30	70-60	70-55	80-70
Суглинок легкий	20-30	20-30	15-20	80-70	80-70	85-80
Супесь	10-20	10-20	10-15	90-80	90-80	90-85
Песок связный	5-10	5-10	5-10	95-90	95-90	95-90
Песок рыхлый	< 5	< 5	< 5	100-95	100-95	100-95

Сумму всех механических элементов $< 0,01$ мм называют физической глиной, а сумму частиц $> 0,01$ мм – физическим песком. Кроме того выделяют мелкозем – сумма частиц < 1 мм и почвенный скелет – сумма частиц > 1 мм.

Песок и глина содержатся в почве в различных соотношениях. Эти соотношения и определяют группу механического состава почвы (табл. 4.).

Механический состав почв и пород оказывает большое влияние на почвообразование и агрономические свойства почв. Механическим составом почвы определяются ее физические, физико-механические и водные свойства (пористость, влагоемкость, водопроницаемость, структурность, теплопроводность, поглотительную способность и др.). С механическим составом связано содержание в почве зольных элементов и азота.

Работа 3. Полевые методы определения механического состава почв

А. "Сухой" метод определения механического состава почв.

Материалы и оборудование: образцы почвы.

Из каждого почвенного образца берут небольшое количество почвы, кладут на ладонь и растирают (раздавливают) пальцами. По ощущению при растирании сухого образца почву относят к той или иной группе механического состава по следующей схеме:

1. Комки и структурные отдельности очень твердые, не раздавливаются пальцами. При растирании ощущается однородная, тонко измельченная мучнистая масса – *почва глинистая.*
2. Комки и структурные отдельности прочные, с трудом раздавливаются пальцами. При растирании на ладони появляется ощущение мучнистости (глинистые, тонкопылеватые частицы) и слабой шероховатости (песчаные) – *почва тяжелосуглинистая.*
3. Комки и структурные отдельности раздавливаются пальцами с трудом. При растирании ощущается шероховатость (песчаные частицы) и заметна мучнистость (глинистые и пылеватые частицы) – *почва среднесуглинистая.*
4. Комки раздавливаются при небольшом усилии. При растирании образца на ладони хорошо заметны песчаные (шероховатые) и пылеватые (мучнистые) частицы – *почва легкосуглинистая.*
5. Комки легко раздавливаются. При растирании преобладает ощущение шероховатости – *почва супесчаная.*
6. Комки очень легко раздавливаются, превращаясь в сыпучую массу. При растирании ощущается шероховатость (отчетливо различимы преобладающие песчаные частицы) – *почва песчаная.*

7. При наличии среди мелкозема обломков минералов и горных пород (более 3 мм диаметром) почва характеризуется как *каменистая (щебенчатая)*.
 Результаты определения механического состава изучаемого образца почвы записывают в тетрадь.

Б. Определение механического состава почв методом "зеркала"

Материалы и оборудование: образцы почвы.

Из образца берут воздушно-сухую пробу почвы размером с мелкий лесной орех. Эту почву с некоторым усилием втирают в выпуклый край ладони, затем ладонь переворачивают и стряхивают растертую почву. По оставшемуся следу ("зеркалу") определяют содержание глины в почве.

Песчаные почвы почти не оставляют следа на коже, слегка изменяется ее окраска, отчетливо виден рисунок кожи.

Супеси заметно маскируют цвет кожи, в углублениях между папиллярами в отдельных местах образуются мелкие скопления глины, суммарная площадь "зеркала" менее 10 %.

Легкие суглинки образуют отдельные пятна, полностью закрывающие папилляры, суммарная площадь этих пятен ("зеркала") - около 20-30 %.

Средние суглинки образуют отдельные "зеркальца", суммарная площадь которых превышает 60 %.

Тяжелые суглинки дают почти сплошное "зеркало".

Глины в воздушно-сухом состоянии не удается растереть на ладони.

Результаты определения механического состава почв методом "зеркала" занести в табл. 5. На основании полученных данных сделать вывод о механическом составе изучаемого почвенного образца.

Таблица 5

Диагностика механического состава почв в сухом состоянии

№ образца, цвет	Диагностические признаки					Наименование почвы по механическому составу
	выраженность структуры	связность	наличие песчаных частиц	наличие пылеватых и иловатых частиц	площадь зеркала	

В. "Мокрый" метод определения механического состава почв.

Материалы и оборудование: образцы почвы, фарфоровые ступки, почвенные сита (1 мм), фарфоровые или пластиковые чашки диаметром 15 см, шпатели, листы фанеры или плотной бумаги 25x30 см, колбы или стаканы с водой.

Приготовить небольшое количество мелкозема, для чего из предложенного образца отобрать 100-150 г почвы, растолочь в ступке и просеять через сито с диаметром отверстий 1 мм. Мелкозем перенести в чашку и, постепенно добавляя небольшими порциями воду, с помощью шпателя вымесить тестообразную массу. Шпателем отобрать из этой массы кусочек объемом с грецкий орех и на ладони скатать шарик, затем раскатать его в колбаску или шнур толщиной 3-5 мм. Из этого шнура осторожно свернуть кольцо диаметром около 3 см и оценить результаты, руководствуясь следующими замечаниями:

- Песок не образует ни шарика, ни шнура.
- Супесь образует шарик, который не раскатывается в шнур.
- Легкий суглинок раскатывается в шнур, но он не прочен, легко распадается на части при скатывании или взятии с ладони.
- Средний суглинок образует сплошной шнур, который можно свернуть в кольцо, но с трещинами и переломами.
- Тяжелый суглинок легко раскатывается в шнур, из которого можно свернуть кольцо с трещинами с внешней стороны.
- Глина образует длинный и тонкий шнур, кольцо формируется без трещин, удается свернуть из шнура "восьмерку".

Результаты определения механического состава изучаемого образца почвы занести в табл. 6.

Таблица 6

Диагностика механического состава почвы "мокрым" методом

№ образца	Диагностические признаки			Наименование почвы по мех. составу
	скатывание шарика	образование шнура	деформация шнура	

На основании полученных данных сделать вывод о механическом составе изучаемого образца почвы.

Работа 4. Определение механического состава почв по М.М.Филатову

Материалы и оборудование: образцы воздушно-сухой почвы, фарфоровая ступка, сита с отверстиями 1 мм. мерные цилиндры на 50 и 100 мл, 1н раствор CaCl_2 , стеклянные палочки, колбы или стаканы для воды.

Одним из наиболее удобных и доступных методов определения механического состава почв является метод, предложенный М.М.Филатовым, основанный на определении содержания глины и песка в почве. Определение содержания глины наиболее целесообразно проводить для глинистых и суглинистых почв, а песка – для песчаных и супесчаных.

В этом методе используют способность глины набухать в воде и большую по сравнению с другими механическими элементами скорость оседания песчаных частиц в водной среде.

А. Определение содержания глины в почве

Из общего воздушно-сухого образца берут небольшое (100 г) количество почвы, растирают в ступке и просеивают через сито. Оставшиеся на сите более крупные частицы представляют собой скелетную часть почвы. Эти остатки взвешивают и определяют их процентное содержание от общего количества почвы, взятого для опыта.

В мерный цилиндр емкостью 50 мл небольшими порциями насыпают полученный мелкозем, уплотняя его в цилиндре легким постукиванием о поверхность стола, до получения объема образца 5 мл. После этого в цилиндр приливают 30 мл воды и 5 мл 1н раствора CaCl_2 (для коагуляции коллоидных частиц) и тщательно размешивают стеклянной палочкой содержимое цилиндра. Доливают воду до метки 50 мл и отстаивают 30 минут. После отстаивания, во время которого происходит набухание частиц глины, определяют увеличение объема почвы при помощи линейки или руководствуясь делениями на цилиндре. Результаты работы заносят в табл. 7.

Таблица 7

Результаты определения содержания физической глины в почве

Начальный объем почвенного образца	Объем почвенного образца через 30 мин.	Прирост объема почвы	Содержание глины в почве, %

Процентное содержание глины в почве определяют на основании данных о приросте объема почвы, пользуясь табл. 8.

Таблица 8
Содержание глины в почве и прирост объема почвы при ее набухании

Увеличение объема почвы в пересчете на 1 см ³	Содержание глины, %	Увеличение объема почвы в пересчете на 1 см ³	Содержание глины, %
4,00	90,70	1,75	39,63
3,75	85,08	1,50	34,00
3,50	79,36	1,25	29,34
3,25	73,67	1,00	22,67
3,00	67,01	0,75	17,00
2,75	62,86	0,50	11,33
2,50	56,67	0,25	5,66
2,00	45,35	0,06	1,35

На основе полученных результатов и данных табл. 4 и 8 делают вывод о механическом составе изученного образца почвы.

Б. Определение механического состава почвы по содержанию песка

В мерный цилиндр емкостью 100 мл насыпают пробу почвы, объем которой после уплотнения должен составлять 10 мл. После этого в цилиндр приливают воду до отметки 100 мл, хорошо перемешивают содержимое цилиндра стеклянной палочкой и дают отстояться 90 секунд. Этого времени достаточно, чтобы более крупные частицы песка осели на дно цилиндра, а более мелкие и легкие частицы ила и пыли (глины) остались во взвешенном состоянии в воде. Мутную воду осторожно сливают, к оставшемуся осадку приливают воду до отметки 100 мл. Операцию отмучивания повторяют до тех пор, пока после 90 секунд отстаивания вода над осадком не станет совершенно прозрачной. Измеряют объем оставшегося песка и выражают результат в процентах от общего объема. Полученные результаты заносят в табл. 9.

Таблица 9
Определение содержания песка в почве

Общий объем почвы, взятой для определения, мл	Объем почвы после промывания, мл	% песка в почве (1 мл – 10 %)

На основании полученных результатов и данных табл. 4 делают вывод о механическом составе изученного образца почвы.

Тема 2

Физико-механические и водные свойства почвы

К физико-механическим свойствам почвы относятся пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость, сопротивление при обработке.

Пластичность – это способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы без нарушения и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется только при влажном состоянии почвы. В зависимости от степени увлажнения характер пластичности меняется. Предложены некоторые константы для определения пластичности почвы. Например, учитывают различные границы текучести: верхняя граница текучести (верхний предел пластичности) – почва или грунт текут как вода, почва приобретает способность сползать по склону; нижняя граница текучести – масса почвы, разделенная бороздой на две порции, едва сливается при ударе (это верхний предел оптимальной влажности для обработки почвы); граница скатывания (нижний предел пластичности, или предел раскатывания) – образец почвы можно раскатать в шнур без образования в нем разрывов.

Пластичность измеряют *числом пластичности* – разностью между числовым выражением верхнего и нижнего пределов пластичности (между нижней границей текучести и границей скатывания).

Пластичность теснейшим образом связана с механическим составом почв. Глинистые почвы имеют число пластичности > 17 ; суглинистые – в пределах 7-17; супеси - < 7 ; пески – непластичны (число пластичности близко к 0). Пластичность почвы уменьшается при высоком содержании гумуса. Наиболее пластичны солонцовые глинистые почвы, содержащие 25-30 % и более обменного натрия от емкости поглощения; наименее пластичны почвы, насыщенные кальцием и магнием.

Липкость – свойство влажной почвы прилипать к другим телам. Это свойство приводит к ухудшению качества обработки земли. Оно связано с механическим составом почвы и проявляется при увлажнении почвы, приближающемся к верхнему пределу пластичности. Высокогумусные почвы (черноземы, дерновые) не проявляют липкости даже при высоком увлажнении; у глинистых почв липкость наиболее значительна, у песчаных она наименьшая. Величина липкости определяется силой, требующейся для отрыва металлической пластинки от влажной почвы. Липкость выражается в граммах на 1 см^2 .

Под липкости выделяют (по Н.А.Качинскому, 1934) предельно вязкие ($> 15 \text{ г/см}^2$), сильно вязкие (5-15), средние по вязкости (2-5), слабо вязкие ($< 2 \text{ г/см}^2$) почвы.

С липкостью связано понятие *физической спелости почвы* – состояния, при котором у почвы при обработке исчезает свойство прилипать к сельско-

хозяйственным орудиям и появляется способность крошиться на комки. В состоянии физической спелости почва готова к обработке. Раньше других весной становятся пригодными для обработки более гумусированные почвы, чем их малогумусные аналоги.

Набухание – увеличение объема почвы при увлажнении. Набухание присуще мелкоземистым почвам, содержащим большое количество коллоидов, и объясняется связыванием тонкими частицами почвы молекул воды (увеличение гидратных оболочек). Набухание выражают в процентах и определяют по формуле:

$$V_{\text{наб.}} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100 \%,$$

где $V_{\text{наб.}}$ - процент набухания от исходного объема;

V_1 – объем влажной почвы

V_2 – объем сухой почвы.

Наиболее набухаемы глинистые почвы, так как этот процесс тесно связан с составом глинистых минералов. Набухание почвы может вызвать неблагоприятные в агрономическом отношении изменения в почве, например, разрушение агрегатов.

Усадка – сокращение объема почвы при высыхании. Величина усадки обусловлена теми же факторами, что и набухание. При сильной усадке в почве образуются многочисленные трещины, происходит разрыв корней растений, усиливается физическое испарение влаги.

Связность почвы – способность сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы. Вызывается связность почвы силами сцепления между ее частицами. Степень сцепления обусловлена механическим и минералогическим составом, структурным состоянием почвы, влажностью и характером ее сельскохозяйственного использования.

Наибольшая связность характерна для глинистых почв, наименьшая – для песков. Малоструктурные почвы в сухом состоянии имеют максимальную связность. Она выражается в $\text{кг}/\text{см}^2$.

Твердость почвы – сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела. Она выражается в $\text{кг}/\text{см}^2$. Высокая твердость – признак плохих физико-химических и агрохимических свойств почв. Твердость почвы зависит от ее химического состава, структурности, влажности.

Общие физические и физико-механические свойства почвы могут изменяться при сельскохозяйственном использовании в результате агротехнического, химического и биологического воздействия на них.

К наиболее важным водным свойствам относят водоудерживающую способность почвы, водопроницаемость и водоподъемную способность.

Водоудерживающая способность – это свойство почвы противостоять стеканию воды под влиянием силы тяжести, или – свойство почвы удерживать определенное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. Максимальное количество воды, удерживаемое почвой, называется *влагоемкостью*. Различают следующие виды влагоемкости: максимальная адсорбционная; максимальная молекулярная; капиллярная; наименьшая (полевая); полная. Каждая из них соответствует определенной форме воды.

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) – это количество воды, максимально удерживаемое сорбционными силами на поверхности почвенных частиц. Соответствует физически прочносвязанной форме воды в почве.

Максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) – это наибольшее количество воды, удерживаемое силами молекулярного притяжения (из жидкой фазы) на поверхности почвенных частиц. Равноценна рыхлосвязанной (пленочной) форме воды.

Капиллярная влагоемкость (КВ) – это максимальное количество воды, которое может содержаться в капиллярной системе почвы в пределах капиллярной каймы при подпитывании грунтовыми водами. Ее величина определяется глубиной залегания грунтовых вод и свойствами почв (гранулометрический состав, скважность и др.).

Наименьшая (полевая) влагоемкость (НВ) – общая влагоемкость, полевая влагоемкость, предельная полевая влагоемкость – степень максимального содержания влаги в почве при ее поверхностном обильном увлажнении и при свободном оттоке избыточной воды (при глубоком залегании грунтовых вод). Ее величина зависит от гранулометрического состава, степени оструктуренности, плотности сложения почв.

Полная влагоемкость (ПВ) – это состояние полного насыщения водой всех пор почвы в условиях ее избыточного (поверхностного или грунтового) увлажнения при затрудненном оттоке. Эта величина характеризует полную водовместимость почвы.

Рассмотренные категории (формы) почвенной воды довольно условны. Интервалы влажности, при которых количественные изменения в подвижности воды переходят в качественные отличия, называют почвенно-гидрологическими константами. Они показаны на шкале влажности почвы в виде точек (рис. 2.).

На рис. 2. использованы следующие широко применяемые почвенно-гидрологические константы: МГ – максимальная гигроскопичность; ВЗ – влажность завядания; ВРК – влажность разрыва капилляров; НВ – наименьшая влагоемкость; ПВ – полная влагоемкость.

Максимальная гигроскопичность (МГ) – по ее величине определяют влажность завядания растений (ВЗ) – нижний предел физиологически дос-

тупной для растений воды, путем умножения на усредненный коэффициент - 1,5.

Влажность завядания (ВЗ) – характеризует содержание влаги в почве, при котором растения обнаруживают признаки устойчивого завядания, не исчезающие при помещении их в атмосферу, насыщенную парами воды. Ее величину (МГ умножить на 1,5) используют для вычисления активной (продуктивной) влаги.

Влажность разрыва капилляров (ВРК) – это нижний предел оптимальной влаги для растений. Величина ВРК зависит от свойств почвы, вида растений и фазы их развития.

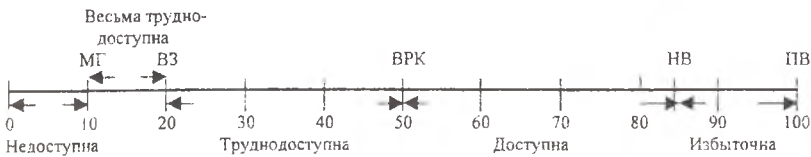


Рис. 2. Схема граничных значений почвенно-гидрологических констант на шкале влажности, % от полной влагоемкости (Беляев, 1995 – цит. по Щербакову и др., 1996).

Характеристику различных форм воды, ее состояния в почве, степени доступности растениям получают на основании количественного определения влажности почвы. Под влажностью почвы понимают процентное содержание ее в любой данный момент времени, отнесенное к массе сухого образца или к единице объема. Расчет ведут по формуле:

$$W = a/p * 100,$$

где W – содержание влаги, % от массы почвы; а – количество воды в образце, г; p – массы сухой почвы, г.

Работа 5. Определение пластичности, границ текучести и скатывания

Материалы и оборудование: образцы воздушно-сухой почвы, фарфоровая ступка, сито с отверстиями 1 мм, бюретка с водой, фарфоровые чашки или крышка от чашки Петри, шпатели, листы плотной бумаги или стекло.

Отобрать из общего образца 120-150 г почвы, растереть в ступке и просеять через сито. Из полученного мелкозема отобрать 20-100 г почвы, поместить в большую фарфоровую чашку (или крышку чашки Петри). Из бюретки

по каплям приливать воду при постоянном помешивании почвы до равномерного увлажнения. Взять пробу на скатывание: немного почвы положить на стекло или лист бумаги, попробовать скатать в тонкий жгутик. Если это удается, граница скатывания достигнута. Вычислить количество воды, добавленное при этом к почве, в расчете на 100 г почвы: $X = V_1 * 100 / C$, где X – граница скатывания в объемных единицах и %, V – количество воды, C – навеска воздушно-сухой почвы, г.

В ту же чашку добавить воды, постоянно помешивая до получения тестообразной массы. Если борозда, проведенная в чашке шпателем, сливается при постукивании по дну чашки, найдена нижняя граница текучести. Вычислить количество воды, которое пошло на приведение почвы в это состояние, в расчете на 100 г почвы: $X_1 = V * 100 / C$, где X – граница скатывания в объемных единицах и %, V – количество воды, мл; C – навеска воздушно-сухой почвы, г.

В ту же чашку добавить воды, постоянно помешивая до получения тестообразной массы. Если борозда, проведенная в чашке шпателем, сливается при постукивании по дну чашки, найдена нижняя граница текучести. Вычислить количество воды, которое пошло на приведение почвы в это состояние: $X_2 = V_2 * 100 / C$, где X_2 – нижняя граница текучести в объемных единицах и %, V_2 – общее количество воды, C – навеска воздушно-сухой почвы.

В ту же чашку прибавить воды из бюретки при постоянном помешивании до такого состояния, когда почва при наклоне чашки начинает течь и борозда, проведенная через влажную массу почвы шпателем, сразу же сливается. Достигнута верхняя граница текучести. Вычислить содержание воды в этом случае: $X_3 = V_3 * 100 / C$, где X_3 – верхняя граница текучести, V_3 – общее количество воды, C – навеска воздушно-сухой почвы. Результаты занести в табл.10.

Таблица 10

Определение пластичности, границ текучести и скатывания

Образец почвы	Механический состав почвы	Границы			Пластичность, %
		скатывания	нижняя текучести	верхняя текучести	

Пластичность вычисляют, вычитая из нижней границы текучести границу скатывания.

Сделайте вывод о степени пластичности исследуемых образцов почвы. Как, по вашему мнению, связаны липкость и пластичность почвы?

Работа 6. Определение водопроницаемости почвы с нарушенной структурой

Материалы и оборудование: образец воздушно-сухой почвы, сито с отверстиями 1 мм, фарфоровая ступка, стеклянная трубка (диаметр 1,5-2 см) с одной стороны закрытая пробкой с отверстием, колба с водой, линейка, штатив с лапкой.

Из предложенного образца почвы отбирают небольшую пробу (50-100 г), растирают в ступке и просеивают через сито. Полученный мелкозем насыпают в стеклянную трубку, нижний конец которой закрыт пробкой с отверстием. Почву в трубке слегка уплотняют постукиванием о поверхность стола. Верхние 5 см трубки должны быть свободны от почвы. Трубку с почвой закрепляют в штативе. Затем в нее наливают воду и поддерживают высоту водяного столба на одном и том же уровне, приливая необходимое количество воды. Отмечают глубину промачивания почвы за 5 секунд, а также время, за которое произошло промачивание 1 см слоя почвы. Далее ведут наблюдения за проникновением воды в столбик почвы, отмечая глубину промачивания за равные промежутки времени (в зависимости от скорости процесса – за 2,3 или 5 минут). Строят график зависимости глубины промачивания от времени.

По характеру полученного графика, исходя из двухфазности процесса проникновения воды в почву, охарактеризовать особенности проникновения воды в изучаемый почвенный образец. Что можно сказать о механическом и химическом составе почвы на основании данных о ее водопроницаемости?

Тема 3

Почвенный раствор и кислотность почв

Почвенный раствор.

Под почвенным раствором понимают жидкую часть почвы, включающую почвенную воду с содержащимися в ней растворенными солями (карбонаты, сульфаты, хлориды), органо-минеральными, органическими соединениями, газами и тончайшими коллоидными зольями. Почвенный раствор находится в постоянном взаимодействии с остальными фазами почвы – твердой, газообразной и жидкой, а также с корнями растений, изменяется под их воздействием.

Почвенный раствор имеет огромное значение в генезисе почв и их плодородии. Он участвует в процессах преобразования минеральных и органических соединений; в составе его перемещаются по профилю почв разнообразные продукты почвообразования; он участвует во всех динамических процессах, происходящих в почве. Велика роль почвенного раствора в питании

растений и микроорганизмов. Поэтому важно знать его состав, свойства и динамику.

Концентрация почвенного раствора обычно не превышает нескольких граммов на 1 л. В засоленных почвах она может составлять несколько десятков граммов на литр (табл. 11).

Таблица 11

Классификация природных (почвенных растворов) в зависимости от их минерализованности (Шербаков и др., 1996).

Степень минерализации, г/л	Качественная оценка
1,0	Пресные
1,0 - 10,0	Солоноватые
10,0 - 25,0	Соленые

Почвенный раствор формируется под влиянием трех основных источников: атмосферных осадков, грунтовых вод и конденсированных паров. Важнейшим и наиболее значимым источником почвенных растворов являются атмосферные осадки. Атмосферными осадками при их прохождении через атмосферу поглощаются газы (азот, кислород, углекислый газ), пыль и аэрозоли различного состава, аммиак, окислы азота, озон и др. Оксиды серы, азота и углерода после взаимодействия с атмосферной влагой превращаются в растворы - смеси сернистой, серной, азотной, угольной кислот и выпадают в виде "кислотных дождей". Таким образом, в почву с атмосферными осадками поступает не чистая вода, а раствор различных газов и солей.

Из минеральных соединений в составе почвенного раствора могут быть анионы HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} и катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , H^+ . В сильноокислых почвах могут быть также Al^{3+} , Fe^{3+} , а в заболоченных - Fe^{2+} . Из органических соединений в почвенном растворе присутствуют водорастворимые вещества органических остатков и продукты их разложения, продукты жизнедеятельности растений и микроорганизмов (органические кислоты, сахара, аминокислоты, спирты, ферменты, дубильные вещества и др.), а также гумусовые вещества.

Органо-минеральные соединения представлены преимущественно комплексными соединениями различных органических веществ кислотной природы (гумусовые кислоты, полифенолы, низкомолекулярные органические кислоты) с поливалентными катионами. Коллоидные формы могут быть представлены органическими и органо-минеральными веществами, золями кремнекислоты и полуторных окисей железа и алюминия.

Соотношение минеральной и органической частей почвенного раствора неодинаково в разных почвах. Так, органические вещества преобладают над

минеральными в болотных, подзолисто-болотных и целинных дерново-подзолистых почвах. В черноземах эти компоненты примерно равны, а в засоленных почвах минеральных соединений больше. Содержание отдельных компонентов почвенного раствора существенно изменяется также по генетическим горизонтам одного и того же типа почв.

Для выделения почвенного раствора используют следующие методы: а) отпрессовывания, то есть выжимания раствора под давлением на специальных прессах; б) центрифугирования; в) замещения (вытеснения) другой жидкостью (этиловый спирт); метод почвенных лизиметров.

Косвенное суждение о некоторых свойствах почвенного раствора можно получить на основании анализа водных вытяжек, которые в определенной мере моделируют почвенный раствор и дают представление о содержании в почве водорастворимых веществ. Водные вытяжки получают путем добавления к почве воды в соотношении 1:5 и последующей фильтрации образующейся суспензии. При полном анализе водной вытяжки определяют: а) сухой остаток (общую сумму водорастворимых веществ); б) прокаленный остаток (сумму минеральных водорастворимых веществ); в) щелочность и кислотность; г) присутствие катионов и анионов.

Кислотность почв.

Реакция почвенного раствора характеризует актуальную, или активную, кислотность или щелочность почвы и оказывает большое влияние на химические, физико-химические и биологические процессы, протекающие в почве. Она обусловлена наличием и соотношением в почвенном растворе водородных (H^+) и гидроксильных (OH^-) ионов и характеризуется величиной рН – отрицательным логарифмом активности водородных ионов в растворе.

Почвы могут иметь нейтральную (рН = 7,0), кислую (рН < 7,0) или щелочную (рН > 7,0) реакцию.

Кислую реакцию почвам придают органические и минеральные кислоты. Щелочная реакция почвенных растворов создается карбонатами и гидрокарбонатами щелочных и щелочноземельных элементов, силикатами, алюминатами, гуматами натрия.

Кислотность почвы (способность подкислять воду и растворы нейтральных солей) подразделяют на *активную и потенциальную*. Активная (актуальная) кислотность в кислом или щелочном интервале обусловлена наличием и соотношением в почвенном растворе свободных кислот и оснований, кислых и основных солей. Для характеристики почв по уровням актуальной кислотности существуют классификационные придержки (рН водной вытяжки):

сильнокислые почвы – рН 3,0-4,5;

кислые – рН 4,5-5,5;

слабокислые – рН 5,5-6,5;

нейтральные – рН 6,5-7,0;

слабощелочные – рН 7,0-7,5;

щелочные – рН 7,5-8,5;
сильнощелочные – рН > 8,5

Наиболее благоприятны для культурных растений нейтральные и близкие к ним по реакции среды почвы, которую можно регулировать внесением в почву удобрений, извести (известкование кислых почв), гипса (гипсование почв со щелочной реакцией).

Потенциальная кислотность проявляется при переходе ионов из почвенно-поглощающего комплекса в раствор. Так, обработка почвы избытком нейтральной соли (например, KCl) дает показатель *обменной* формы кислотности. Вытяжки из почвы растворами гидролитически щелочных солей (например, ацетата натрия), показывают величину *гидролитической* кислотности. Обменная кислотность наиболее вредна для растений, так как проявляется при внесении в почву минеральных удобрений.

Наиболее кислую реакцию имеют болотные почвы верховых торфяников (рН 3,5). Кислой реакцией почвенного раствора характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы (рН 4-6). Черноземы имеют реакцию, близкую к нейтральной. Наиболее щелочная реакция у солончаков (рН 8-9).

Большинство почв сохраняют присущую им активную реакцию почвенного раствора. Способность почв противостоять изменению концентрации почвенного раствора под воздействием внешних факторов называется буферностью, которая обусловлена состоянием равновесия между химическими соединениями раствора и твердой фазы почв. Чем богаче почва органическим веществом и тонкодисперсными фракциями, чем больше емкость катионного обмена, тем более устойчива она к химическому воздействию. Исходя из этого, черноземы обладают большей буферностью, чем подзолистые и тем более песчаные почвы.

Работа 7. Анализ водной вытяжки

Материалы и оборудование: образец воздушно-сухой почвы, фарфоровая ступка, сито с отверстиями 1 мм, технические весы, колбы на 250 мл, дистиллированная вода, стеклянные палочки, воронки, пипетки на 5-10 мл, бумажные фильтры, пробирки на 15-20 мл, в капельницах раствор азотнокислого серебра, азотная кислота, 10% раствор соляной кислоты, 10 % раствор уксусной кислоты, 5% раствор $BaCl_2$, 4% раствор шавеливокислого аммония.

Приготовление водной вытяжки.

Из предложенного для изучения образца почвы готовят мелкозем. На технических весах берут навеску 25-50 г мелкозема, помещают в сухую колбу емкостью 250 мл и приливают 5-кратный объем дистиллированной воды. Колбу закрывают резиновой пробкой и встряхивают 2-3 мин, после чего вытяжку пропускают через сухой беззольный складчатый фильтр. Край фильтра

должен лежать на 0,5-1 см ниже края воронки. Если фильтр возвышается над краем воронки, по нему образуются выцветы солей, и концентрация их в фильтрате снижается.

Перед тем как вылить вытяжку на фильтр, содержимое колбы встряхивают, чтобы взмутить навеску, и на фильтр следует перенести, по возможности, всю почву. Частички почвы забивают поры бумаги и это способствует получению прозрачного фильтрата. При выливании струю суспензии направляют на боковую стенку фильтра, чтобы он не прорвался. Первые порции фильтрата (10 мл) собирают в стакан и выбрасывают, чтобы исключить влияние компонентов фильтра на состав вытяжки. Последующие порции собирают в колбу и, при необходимости, перефильтровывают до получения совершенно прозрачной вытяжки.

Скорость фильтрования определенным образом характеризует свойства почвы. Если почва не щелочная и содержит много растворимых солей, то фильтрация идет быстро и фильтрат получается прозрачным, бесцветным, т.к. катионы солей препятствуют пептизации почвенных коллоидов. Если же солей в почве мало, коллоиды забивают поры фильтра, что ведет к снижению скорости фильтрации. В кислых и особенно щелочных вытяжках растворяется органическое вещество, поэтому они всегда окрашены.

Водные вытяжки анализируют сразу после их получения, так как под влиянием микробиологической деятельности может изменяться их состав (щелочность, окисляемость).

Качественный анализ водной вытяжки.

Перед количественным анализом водной вытяжки проводят качественные реакции на содержание в ней ионов Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} . Эти реакции позволяют выявить их приблизительное содержание в почвенном растворе и объем водной вытяжки для количественного определения в ней данных ионов.

а) **Проба на Cl^- .** В пробирку приливают 5 мл водной вытяжки, подкисляют азотной кислотой для разрушения бикарбонатов, которые образуют осадок углекислого серебра. Прибавляют несколько капель раствора азотнокислого серебра и перемешивают. По характеру осадка судят о примерном содержании Cl^- в почве и об объеме вытяжки для его точного количественного определения (табл. 13).

б) **Проба на SO_4^{2-} .** В пробирку приливают 5 мл водной вытяжки, подкисляют для разрушения карбонатов и бикарбонатов бария двумя каплями 10%-ного раствора соляной кислоты, прибавляют 2-3 капли 5%-ного раствора BaCl_2 и перемешивают. По характеру осадка судят о примерном содержании SO_4^{2-} в исследуемой почве и об объеме вытяжки для его точного количественного определения (табл. 13).

в) **Проба на Ca^{2+} .** 5 мл вытяжки помещают в пробирку, подкисляют каплей 10%-ного раствора уксусной кислоты, прибавляют 2-3 капли 4%-ного раствора щавелевокислого аммония и перемешивают. По характеру осадка

щавеливокислого кальция судят о примерном содержании Ca^{2+} в исследуемой почве и объеме вытяжки для его точного количественного определения (табл.12).

Таблица 12

Определение объема вытяжки для количественного анализа ионов Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} в зависимости от результатов качественной реакции

Ион	Характер осадка	Содержание иона		Объем вытяжки для количественного анализа, мл
		мг/100 мл вытяжки	г/100 г почвы, доли	
Cl^-	Большой хлопьевидный	>10	Десятые	5
	Сильная муть	10-5	Сотые	25
	Опалесценция	1 – 0,1	Тысячные	50 и более
SO_4^{2-}	Большой, быстро оседающий	>50	Десятые	5
	Муть, появляющаяся сразу	10-1	Сотые	25
	Слабая муть, медленно появляющаяся	1-0,5	Тысячные	50 и более
Ca^{2+}	Большой, выпадающий сразу	>50	Десятые	5
	Муть, появляющаяся при перемешивании	10-1	Сотые	25
	Слабая муть, выделяющаяся при стоянии	1-0,1	Тысячные	50 и более

По результатам трех опытов делают общий вывод о минерализации изученного образца почвы.

Работа 8. Определение реакции почвенного раствора

Материалы и оборудование: образец воздушно-сухой почвы (мелкозем), технические весы, колбы на 100-150 мл, пробирки, бумажные фильтры, прибор Алямовского, дистиллированная вода, 1н раствор KCl .

а) Определение активной кислотности почвенного раствора.

Для анализа берут пробу воздушно-сухой почвы (мелкозем) - 10 г. Навеску помещают в колбу и добавляют к ней дистиллированную воду в соотношении почва/вода 2:5. Суспензию взбалтывают 5 минут. Если рН определяют на рН-метре (потенциометрически), то суспензию почвы отстаивают на 15-20 минут и измеряют рН непосредственно в суспензии.

При использовании индикатора Алямовского водную вытяжку фильтруют, наливают в пробирку 5 мл фильтрата, прибавляют туда 0,25 мл индикатора и перемешивают жидкости. Эту пробирку и другую с точно таким же количеством дистиллированной воды вставляют в компаратор. Под пробирку с дистиллированной водой подводят различные цвета шкалы Алямовского и подбирают цвет эталона, наиболее близкий к цвету опытного раствора. Определяют величину рН вытяжки – это рН соответствующего эталона (или промежуточное значение между двумя наиболее близкими эталонами).

б) *Определение обменной кислотности почвенного раствора.*

Для приготовления солевой вытяжки используют 1н раствор КСl. В основном методика приготовления вытяжки аналогична описанной выше (п. а). Определение реакции солевой вытяжки проводят потенциометрически либо с помощью набора Алямовского.

Обычно рН солевой вытяжки ниже рН водной вытяжки. По величинам рН солевой вытяжки судят о потребности почвы в известковании (табл. 13):

Таблица 13

Градации кислотности почв по величине рН солевой вытяжки

Почвы	рН _{КСl}	Нуждаемость в известковании
Сильнокислые	≤ 4,5	Сильная
Среднекислые	4,6 – 5,0	Средняя
Слабокислые	5,1 – 5,5	Слабая
Близкие к нейтральным	≥ 5,6	Не нуждаются
-*-	5,6 – 6,0	рН _{КСl} благоприятная для сельхозкультур

Сделайте заключение о кислотности изученного образца почвы. Объясните, почему рН солевой вытяжки отличается от рН водной вытяжки.

Тема 4

Гумусовые вещества почвы

Всю совокупность органических соединений, присутствующих в почвах, называют органическим веществом почвы и подразделяют на две группы. Первая из них – отмершие части растений, животных и микроорганизмов на разных стадиях разложения; вторая – специфические и неспецифические органические соединения, совокупность которых составляет гумус. Неспецифи-

ческие соединения – это лигнин, белки, углеводы, липиды, воска, смолы, флавоноиды, нуклеиновые кислоты и др. Специфические органические соединения, или гумусовые вещества почвы, образуются в процессе гумификации и представляют собой соединения кислотной природы и циклического строения. Система гумусовых веществ гетерогенна по составу, свойствам, размерам молекул. Традиционно выделяют три основных группы гумусовых веществ: гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумины. В 1985 г. Г.И.Глебовой была выделена еще одна самостоятельная группа гумусовых кислот – гиматомелановые кислоты.

Гуминовые кислоты – высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты циклического строения. Они частично и очень слабо растворяются в воде, нерастворимы в минеральных кислотах, извлекаются из почвы растворами щелочей, пирофосфата натрия, фтористого натрия и некоторыми другими растворителями с образованием темноокрашенных (бурых, красновато-коричневых или черных) растворов – гуматов натрия, калия, аммония. Эти гуматы одновалентных оснований растворимы и образуют темноокрашенные золи (коллоидные растворы). Гуматы двух- и трехвалентных катионов нерастворимы и образуют гели. В присутствии минеральных кислот растворы гуматов коагулируют с образованием аморфного осадка (геля). Т.о., основная масса гуминовых кислот находится в почвах в виде нерастворимых в воде органо-минеральных производных. Поэтому гуминовые кислоты могут накапливаться в верхней части почвенного профиля, окрашивая ее в темные цвета, и способствуют накоплению элементов почвенного плодородия.

Фульвокислоты – высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Они имеют меньшую молекулярную массу, содержат меньше углерода и больше кислорода, чем гуминовые кислоты. Фульвокислоты остаются в растворе после подкисления щелочной вытяжки из почвы и выпадения в осадок гуминовых кислот. Фульвокислоты растворимы в воде, кислотах, щелочах. Их водные растворы имеют сильноокислую реакцию (рН 2,6-2,8) и оказывают разрушающее действие на минералы. В зависимости от концентрации их растворы имеют окраску от соломенно-желтой до оранжевой. В почве фульвокислоты весьма подвижны. Соли фульвокислот – фульваты – с одно- и двухвалентными катионами растворимы в воде, поэтому они могут легко вымываться из почвенных горизонтов.

Гумины, или негидролизуемый остаток, представляет собой совокупность гуминовых и фульвокислот, прочно связанных с минеральной частью почвы и не выделяющихся из нее обычными способами. Они обладают наибольшей среди гумусовых веществ молекулярной массой, но утрачивают значительную часть кислотных свойств в результате процессов поликонденсации и полимеризации. В глинистых и суглинистых почвах гумины составляют 40-50 % от общей массы гумуса.

Гиматомелановые кислоты выделены сравнительно недавно (1985 г.) и пока слабо изучены. Установлено, что они содержат 58-62 % углерода, 6-7 %

водорода, 29-30 % кислорода, 2,3-4,7 % азота. По содержанию углерода они ближе к гуминовым кислотам, водорода и азота – к фульвокислотам, но кислорода в них меньше, чем в тех и других.

Содержание гумуса в почве оценивается так: очень высокое > 10%; высокое – 6-7%; среднее – 4-6%; низкое – 2-4%; очень низкое – < 2%.

Работа 9. Изучение свойств гумусовых веществ

Материалы и оборудование: образец воздушно-сухой почвы (мелкозем), технические весы, колбы на 150-250 мл; 0,1н раствор щелочи (KOH), 10%-ный и 0,1н растворы соляной кислоты, дистиллированная вода, бумажные фильтры, воронки, пробирки в штативе, спиртовка, держатель для пробирок.

А. Растворимость гумусовых веществ в щелочах

В колбу вносят 5 г мелкозема. Приливают 5-кратное количество горячего раствора 0,1 н щелочи. Взбалтывают 5 мин., отфильтровывают. После осмотра щелочной вытяжки записывают их цвет и оценивают примерное содержание гумусовых веществ, определяют их способность к коагуляции.

Определение способности к коагуляции. В пробирку приливают 1/3 фильтрата, добавляют до половины пробирки 10% HCl, взбалтывают и дают постоять. Появление хлопьевидного осадка указывает на то, что произошла коагуляция. Условными знаками обозначают степень коагуляции ("++" – сильная, "+" – слабая, "-" – отсутствие). Если осадок не появился, пробирки осторожно нагревают на спиртовке. Результаты заносят в табл. 14.

Таблица 14

Результаты изучения растворимости гумусовых веществ в щелочи

№ образца почвы	Щелочная вытяжка		Какие гумусовые вещества преобладают		
	окраска	коагуляция	в растворе до коагуляции	в осадке	в растворе после коагуляции

Делают выводы о наличии и количестве растворимых в щелочи гумусовых веществ в изучаемых образцах почвы.

Б. Растворимость гумусовых веществ в кислоте

В колбу вносят по 5 г мелкозема, приливают 2-кратное количество 0,1%-ной HCl, взбалтывают 5 мин, отстаивают 30-40 мин. Затем определяют цвет вытяжек и примерное количество гумусовых веществ. Результаты заносят в табл. 15.

Таблица 15
Результаты изучения растворимости гумусовых веществ в кислоте

№ образца почвы	Окраска кислотной вытяжки	Количество гумусовых веществ

Делают вывод о наличии в изучаемом почвенном образце кислоторастворимых гумусовых веществ.

В. Растворимость гумусовых веществ в воде

В колбу вносят 5 г мелкозема, приливают 5-кратное количество дистиллированной воды, взбалтывают 5 мин. и фильтруют. Определяют окраску, прозрачность и способность к коагуляции у фильтрата. Результаты заносят в табл. 16.

Таблица 16
Результаты изучения растворимости гумусовых веществ в воде

№ образца почвы	Водная вытяжка		Коагуляция	Какие гумус. вещества в растворе
	окраска	прозрачность		

По результатам трех опытов делают выводы о присутствии гумусовых веществ в изученном почвенном образце, их качественном и количественном составе.

Тема 5 Почвенные коллоиды. Поглотительная способность почв

В составе твердой фазы почвы находятся различные минеральные, органо-минеральные и органические соединения, состоящие из частиц различной степени дисперсности. Особо важное значение среди них имеют коллоидные частицы размером от 0,2 до 0,001 мкм. Благодаря малой величине коллоид-

ные частицы фильтруются через обычные фильтры, не оседают в воде, обладают броуновским движением. Они могут существовать в виде геля (коллоидного осадка) и золя (коллоидного р-ра). Возможен переход золь в гель (коагуляция) и обратный процесс (пептизация). Образование коллоидных веществ в почве происходит в процессе выветривания и почвообразования вследствие разрушения (диспергации) крупных частиц, в результате полимеризации (конденсации) растворенных компонентов и выпадения их из раствора.

Гели гумусовых веществ, насыщенные кальцием, прочно соединяют почвенные частицы и способствуют образованию водопрочной структуры почвы. Совокупность коллоидов образует почвенно-поглощающий комплекс (ППК), обеспечивающий протекание обменных процессов.

Важнейшими свойствами почвенных коллоидов являются: огромная внутренняя поверхность, наличие электрического заряда (в основном отрицательного), способность адсорбировать газы, молекулы и ионы, способность к набуханию и сжатию в зависимости от влажности, пептизация и коагуляция и др. Эти свойства передаются почвам. Так, поглотительная способность почв во многом определяется свойствами почвенных коллоидов.

Совокупность минеральных, органико-минеральных и органических компонентов почвы, способных к поглощению ионов, К.К.Гедройц назвал почвенно-поглощающим комплексом (ППК) и выделил (1932 г.) 5 видов поглотительной способности почв: механическая, физическая, химическая, физико-химическая, биологическая.

Механическая поглотительная способность обусловлена пористостью почвенной массы, зависит от механического состава, структуры и сложения почв. Задерживаются твердые частицы, размеры которых больше почвенных пор, при фильтрации через почву суспензий и коллоидных растворов. *Физическая поглотительная способность* предполагает увеличение концентрации молекул различных веществ у поверхности коллоидов за счет адсорбционных сил. *Химическая поглотительная способность* обусловлена способностью анионов растворенных солей образовывать с катионами нерастворимые соли. *Физико-химическая поглотительная способность* определяется обменом некоторой части катионов твердой фазы почвы на эквивалентное количество ионов почвенного раствора. Это происходит при изменении влажности, внесении удобрений и т.д. Под *биологической поглотительной способностью* понимают поглощение различных элементов (соединений, веществ) микроорганизмами и корнями растений из почвенного раствора.

Работа 10 Изучение видов поглотительной способности почв

Материалы и оборудование: образцы воздушно сухой почвы разного механического состава (суглинок или глина, супесь, песок), воронки, колбы на 250 мл, стеклянные стаканы на 150 мл, пробирки, вата, бумажные фильтры,

раствор фиолетовых чернил, 0,1 н раствор хлористого калия, раствор карбоната аммония, раствор хлорида бария, раствор щавелевокислого аммония, дистиллированная вода.

В серии опытов определить вид поглотительной способности, проявляемой почвой в каждом конкретном случае.

А. Взять 3 воронки, вставить их в колбы на 250 мл. На дно каждой воронки положить небольшой комочек ваты. В воронки насыпать до половины объема: в первую – крупный песок, во вторую – супесь, в третью – мелкозем глинистого или суглинистого чернозема. Через все воронки пропустить суспензию глины, приготовленную в соотношении 2 г/100 мл воды, взятую в трехкратном количестве к объему почвы. Объяснить письменно полученные результаты, сравнить свойства образцов.

Б. Аналогичный опыт проделывают с раствором чернил, разбавленных в 10 раз. Сделать вывод о наблюдаемых явлениях.

В. В две колбы поместить по одной мерке чернозема (мелкозем) и прилить в первую колбу 3-кратное количество дистиллированной воды, во вторую – такое же количество 0,1н раствора KCl. Взбалтывают колбы в течение 3 минут, профильтровывают, в фильтрате определяют присутствие ионов кальция, для чего проводят реакцию с щавелевокислым аммонием. Делают вывод.

Г. В воронку на бумажный фильтр помещают на 1/3 объема мелкозем чернозема. На почву медленно по каплям приливают такое количество карбоната аммония, чтобы получить 1/3 пробирки фильтрата. В другую пробирку приливают такое же количество чистого раствора карбоната аммония. Определяют в растворах наличие карбонат-ионов (при добавлении раствора хлорида бария в присутствии карбонат-ионов образуется осадок). Дают письменное объяснение результатам.

Работа 11. Изучение свойств почвенных коллоидов

Материалы и оборудование: воздушно-сухой образец чернозема (мелкозем), стеклянные воронки, бумажные фильтры, химические стаканы на 250 или 500 мл, пробирки в штативе по 6 штук, цилиндры на 100 мл, 1н раствор хлорида натрия, насыщенный раствор щавелевокислого аммония, растворы хлорида кальция, хлорида магния, хлорида железа (II), хлорида натрия, хлорида аммония, соляной кислоты, дистиллированная вода, 0,1н растворы гидроксида натрия, хлорида натрия, хлорида кальция, технические весы, спиртовка.

А. Выделение коллоидов из почвы

Стекианную воронку с фильтром устанавливают в штатив, фильтр смачивают дистиллированной водой, под воронку помещают химический стакан. На фильтр переносят 5 г мелкозема гумусированной почвы и промывают раствором 1н хлорида натрия. Когда на промывание будет затрачено около 0,5 л раствора, берут пробу фильтрата на кальций (отбирают немного фильтрата в пробирку, приливают столько же насыщенного раствора шавелевокислого аммония и подогревают содержимое на спиртовке. Появление белого осадка или мути указывает на присутствие в фильтрате ионов кальция). При обнаружении кальция в фильтрате промывание продолжают. После исчезновения следов кальция в фильтрате заменяют стакан на чистый и промывают почву в воронке дистиллированной водой. После 3-4 прибавлений воды в воронку внимательно следят за ее трубкой: как только в ней появится темноокрашенная жидкость, подставляют чистый стакан и собирают раствор коллоидов (минеральных частиц и гумуса).

Б. Коагуляция почвенных коллоидов

6 пробирок нумеруют и расставляют метки: первую (примерно $\frac{1}{2}$ объема пробирки) – уровень раствора коллоидов, вторую (примерно $\frac{3}{4}$ объема пробирки) – уровень раствора электролита.

Наливают в пробирки до первой метки раствор коллоидов, затем, по возможности одновременно, приливают (до второй метки) растворы следующих электролитов: в первую пробирку – хлорид кальция, во вторую – хлорид магния, в третью – хлорид железа (III), в четвертую – соляную кислоту, в пятую – хлорид натрия, в шестую – хлорид аммония. Быстро перемешивают и следят за наступлением коагуляции, строят *лиотропный ряд* катионов по убывающей силе коагуляции.

В. Пептизация почвенных коллоидов

Берут 4 цилиндра по 100 мл, в которые приливают: в первый – 40 мл воды, во второй – 40 мл 0,1н раствора гидроксида натрия, в третий – 40 мл 0,1н раствора хлорида натрия, в четвертый – 40 мл 0,1н раствора хлорида кальция. В каждый цилиндр насыпают по 1 мерке растертого чернозема. Объем жидкости доводят тем же раствором до 100 мл и взбалтывают, чтобы мелкозем почвы распределился по всему объему жидкости. Суспензию в цилиндрах оставляют на 40 минут. В другие 4 цилиндра вносят по мерке растертого солонца и делают ту же работу.

Сравнивают полученные результаты, делают выводы о свойствах почвенных коллоидов и объясняют, с чем связано явление пептизации почв.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Болдышев В.С. Охрана почв: Словарь-справочник. 2-е изд., перераб. И доп. Минск: Университетское, 1989. 159 с.
2. Глазовская М.А., Геннадиев А.Н. География почв с основами почвоведения. М.: Изд-во МГУ, 1995. 400 с.
3. Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 708 с.
4. Почвоведение. Учебн. для ун-тов. В 2-х ч. / Под ред. В.А.Ковды, Б.А.Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование. М.: Высшая школа, 1988. 400 с.
5. Почвоведение. Учеб. для с.-х. ин-тов / Под ред. А.И.Кауричева. М.: Колос, 1975. 496 с.
6. Почвоведение. Ч. 1-2. / И.С.Кауричев, Н.П.Панов, Н.Н.Розов и др. Под ред. И.С.Кауричева. М., 1989.
7. Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. Общя биогеосистемная экология. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма, 1993. 288 с.
8. Цуриков А.Т. Почвоведение. М.: Агропромиздат, 1986. 287 с.
9. Щербаков А.П., Протасова Н.А., Беляев А.Б., Стахурлова Л.Д. Почвоведение с основами растениеводства: Учеб. пособие / Под ред. А.П.Щербакова. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1996. 236 с.

Минералы

Названиe. формула	Форма кристаллов, минеральных агрегатов, прозрачность	Твердость	Блеск	Цвет
1	2	3	4	5
Серa S	Зернистые корочки, налеты	1-2	Жирный	Соломенно-желтый
Сфалерит ZnS	Сплошная зернистая масса	3-4	Алмазн., металл.	Бесцветный, серый, желтый (клеюфан), зеленый, красный, бурый, черный (марматит)
Родонит Mn[SiO ₃]	Зернистый	5.5-6.5	Не металл.	Темно-розовый, розово-красный, бурый
Лазурит Na ₈ [AlSiO ₄] ₆ x (SO ₄ S)	Додекаэдрический, октаэдрический, зернистый, плотный	5.5-6.0	Не металл.	Ярко-синий, голубой, зеленовато-синий
Магнезит (брейнерит) MgCO ₃ (относится к карбонатам)	Ромбоэдрический, призматический	4.-4.5	Не металл.	Бесцветный, белый, желтый, серый
Арагонит CaCO ₃ (относится к карбонатам)	Призматические, игольчатые	3.5-4	Стекланн до перламутрового	Бесцветный, белый, серый, желтоватый, бурый
Серпентин (антигорит) Mg ₃ (Si ₄ O ₁₀)x x(OH) ₂	Структура слоистая, пластинчатый, плотный	3.5	Не металл.	Зеленый, темно-зеленый, бурый, зеленовато-черный
Аурипигмент As ₂ S ₃	Призматический кристалл, землистый агрегат, зернистые сплошные массы, порошковидные, чешуйчатые и листоватые	1-2	Не металл.	Лимонно-зеленый
Пирит (серный колчедан) FeS ₂	Кубические кристаллы, зернистые агрегаты	6-6.5	Металл.	Латунно-желтый до серовато-желтого с пестрой побелалостью
Магнетит (магнитный железняк) FeFe ₂ O ₄	Октаэдрический, зернистый	5.5-6	Металл.	Черный, темно-серый
Гематит (красный железняк) Fe ₂ O ₃	Землистый и плотный, мелкокристаллические массы	3-6	Металл., до матового	Железно-черный до стально-серого, агрегаты землистого и плотного строения - буровато-красного
Халькопирит (медный колчедан) Cu ₅ FeS ₂	Тетраэдрический, сплошные и зернистые массы	3-4	Металл.	Желтый, латунно-желтый
Борнит Cu ₃ FeS ₄	Кубический, октаэдрический, зернистые	3	Металл.	Темный, медно-красный с пестрой побелалостью

Приложение 1

Цвет черты	Плотность	Спайность, излом	Происхождение, применение	Прочие свойства
6	7	8	9	10
Бесцветный	2.05-2.08	Несовершенная, излом неровный, раковистый	Пневматолитовое, экзогенное. Производство H_2SO_4 , бумажная и резиновая промышленность	Плавится и загорается от спички, образуя сернистый газ. Растворяется в керосине
Белый, желтый, светло-бурый	3.9-4.1	Совершенная	Гидротермальное, руда на цинк	Хрупкость
	3.4-3.75	Совершенная, неровный	В метаморфических породах	С трудом растворяется в HCl с выделением SiO_2
	2.4-2.5	Несовершенная	В известняках на контакте со щелочными породами	Растворяется в кислотах с образованием студенистого SiO_2 и выделением H_2S
	3-3.09	Совершенная	В пластообразных залежах, жилах, коре выветривания ультраосновных пород	Легко растворяется в горячих кислотах
	2.9-3.0	Спайность отсутствует, излом раковистый	В осадочных породах	
	2.5-2.7	Совершенная	В метаморфических, в ультраосновных породах и доломитах	Растворяется в HCl с выделением SiO_2
Светло-желтый	3.5	Весьма совершенная		Легко растворяется в KOH
Зеленовато-черный	4.9-5.2	Несовершенная, излом неровный	Эндогенное и экзогенное. Производство серной кислоты	Хрупкость
Черный	4.9-5.2	Отдельность, излом неровный, раковистый	В магматических и метаморфических породах	Магнитен
Вишнево-красный	5-5.3	Отдельность, излом неровный	В метаморфических породах	
Зеленовато-черный, черный с желтоватым оттенком	4.1-4.3	Несовершенная, излом раковистый	Магматическое, гидротермальное. Руда на медь	Побежалость, хрупкость
Темно-серый	4.9-5.3	Несовершенная, излом раковистый	Магматическое	

1	2	3	4	5
Галенит PbS	Кубический, октаэдрический, зернистые массы	2.5-3	Металл.	Свинцово-серый
Яшма (относится к кварцу)	Мелкозернистый кварцевый агрегат	6-7	Матовый	Красный всех видов, зеленоватый, бурый, белый, синий, желтый
Халцедон (спутано-волокнистая разновидность кварца) SiO ₂	Плотный, натечный, почковидный, сталактиты, корочки	6.5-7	Матовый	Белый, серый (кремнь), красный, оранжевый (сердолик), полосатый (агат), голубовато-зеленый (хризопраз)
Лимонит (бурый железняк) полиминеральная смесь Fe ₂ O ₃ x nH ₂ O	Некристаллический, землистый, плотный	4-5.5	Полуметал. до матового	Бурый, буровато-желтый, черный
Графит C	Тонкочешуйчатые массы	1	Металловидный, матовый	Черный, серовато-черный
Корунд Al ₂ O ₃	Боченковидные кристаллы, сплошные массы	9	Стекланн., алмазный	Бесцветный, серый, синий (сапфир), красный (рубин), черный (наждак)
Топаз Al ₂ [SiO ₄]F ₂ Al ₂ [SiO ₄]{F(OH)} ₂	Призматический	8	Стекланн.	Бесцветный, голубоватый, розоватый, желтый
Кварц SiO ₂	Призматические кристаллы, зернистые, сплошные, скрытокристаллические массы	7	Стекланн., на изломе жирный	Бесцветный (горный хрусталь), белый, серый, фиолетовый (аметист), черный (морион), золотисто-желтый (цитрин), дымчатый горный хрусталь (разухтопаз)
Авантюрин (относится к кварцу)			Мерцающий блеск из-за включения мелких чешуек слюды	Красновато-бурый, светло-зеленый
Пироп (гранат) Mg ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	Хорошо образованный кристалл, реже зернистые массы	6-7	Стекланн., жирный, алмазный	Темно-красный, розово-красный
Апатит Ca ₃ (PO ₄)(F,Cl)	Бипирамидальный, скрытокристаллический (коллофан), землистый, конкреции (фосфорит), зернистые массы	5	Стекланн., жирный, матовый (фосфорит)	Белый, зеленый, голубой, фиолетовый, черный (фосфорит), синий, бесцветный, красный, розовый
Флюорит CaF ₂	Кубический, зернистые массы	4	Стекланн.	Желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, красный, бесцветный и др.
Доломит CaMg(CO ₃) ₂ (относится к карбонатам)	Зернистые массы	3.5-4	Стекланн.	Бесцветный, белый, желтый, бурый, сероватый

6	7	8	9	10
Темно-серый, серовато-черный	7.4-7.6	Совершенная, ступенчатый излом	Гидротермальное. редко экзогенное	Слабо ковкий
Бесцветный	2.5-2.8	Нет, излом неровный, раковистый	Гидротермальный и экзогенный процессы. Агаты - ювелирное дело, точная механика, часовое производство	Растворяется в HF и щелочах. вязкий
Бурий, желтовато-бурий	3.3-4	Излом неровный, раковистый		
Черный и блестящий	2.09-2.23	Совершенная	Метаморфическое. Металлургическая и электропромышленность, изготовление карандашей, красок	Жирный на ощупь. пишет на бумаге
Бесцветный	3.9-4.1	Несовершенная, излом неровный, иногда отдельный	Метаморфическое и магматическое. Абразивный материал, драгоценные камни	
Бесцветный	3.4-3.6	Совершенная в одном направлении, раковистый	Эндогенное. Полудрагоценный камень, производство точных приборов	
Бесцветный	2.5-2.8	Несовершенная, раковистый, неровный	Эндогенное и экзогенное. Оптика, радиотехника. ювелирное дело, стекольная, керамическая, металлургическая промышленность	Штриховка на гранях кристалла
Бесцветный	3.5-4.2	Несовершенная, излом неровный, иногда раковистый	Метаморфические, как драгоценные камни	Твердость
Белый	3.2	Несовершенная, неровный	Магматическое, осадочное (фосфорит) Производство удобрений	Растворяется в кислотах
Белый	3-3.2	Совершенная	Гидротермальное. Оптика, металлургическая промышленность	Растворяется в H ₂ SO ₄ . Люминесценция
Белый	1.8-2.9	Совершенная	Экзогенное Металлургия, производство стройматериалов. как удобрение	Хрупкость. реакция с HCl в порошке

1	2	3	4	5
Ангидрит CaSO_4	Зернистые массы, листоватые агрегаты	3-3.5	Стекланн., перламутровый	Белый с различными оттенками
Кальцит (известковый шпат) (карбонаты) CaCO_3	Зернистые, землистые массы	3	Стекланн.	Бесцветный (исландский шпат), за счет примесей серый, белый, черный, голубой, розовый
Мрамор как минерал (см. кальцит)	Зернистый			Белый, серый, голубой, розовый
Гипс $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	Призматический, пластинчатый кристалл, зернистый (алебастр), волокнистый (селенит), листоватые агрегаты	1.5-2	Стекланн.	Бесцветный, белый, серый, желтый, розовый, до черного
Галит (каменная соль) NaCl	Кубические кристаллы Зернистые и сплошные массы	2	Стекланный до жирного	Бесцветный, белый, желтый, синий, буроватый, розоватый, сероватый
Тальк $\text{Mg}[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	Чешиуйчатые плотные массы	1	Стекланн. с перламутровым отливом	Бледно-зеленый, желтый, буроватый, белый
Асбест				
Роговая обманка смесь силикатов, Ca, Mg, Fe, Al	Стебельчатые, зернистые, волокнистые агрегаты (амфибол-асбест)	5-6	Стекланн.	Зеленый, темно-зеленый, коричневатый
Антофиллит $(\text{Mg, Fe})\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	Стебельчатые и волокнистые агрегаты (антофиллит-асбест)	5-6	Стекланн.	Зеленоватый, желтоватый, коричневатый
Актинолит $\text{Ca}(\text{Mg, Fe})_2 \times (\text{SiO}_3)_4$	Стебельчатые и волокнистые агрегаты (актинолит асбест)	5.5-6	Стекланн., до шелковистого	Белый, серый, светло-зеленый
Хризотил	Тонковолокнистые агрегаты (серпентин-асбест)	2.5-3	Шелковистый	Золотисто-желтый, зеленовато-желтый, синевато-серый, белесый
Сфен (титанит) $\text{CaTiO}[\text{SiO}_4]$	Таблитчатый, призматический	5-6	Не металл.	Желтый, бурый, серый, зеленоватый
Полевые шпаты				
Микроклин $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8] + \text{Na, Rb, Cs, Fe}_2\text{O}_3$	Призматические	6	Не металл.	Бесцветный, белый, желтый, красный, зеленый (амазонит), иногда иризирует (лунный камень)
Ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8], \text{Na}$				
Ряд плагноклазов $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$				

6	7	8	9	10
Белый	2.8-3	Совершенная по трем направлениям	Экзогенное. Производство цемента, строительство	Переходит в гипс
Бесцветный	2.6-2.8	Совершенная	Экзогенное, биогенное, гидротермальное. Оптика, производство извести, цемента	Реакция с HCl в куске
Белый	2.3	Совершенная, раковистый	Экзогенное. Строительство, архитектура, бумажная, химическая промышленность, медицина	Хрупкость
Бесцветный, белый	2.1-2.2	Весьма совершенная	Экзогенное. Химическая, пищевая, металлургическая промышленность	Соленый вкус, хорошо растворим в воде
Белый	2.7-2.8	Весьма совершенная	Метаморфическое	Жирен на ощупь, листочки гибкие, но не упругие
Серо-зеленый до зеленого	2.9-3.1		В магматических и метаморфических породах	
От белой до серой	3.1-3.2		Метаморфическое	
От белой до серой	2.9-3.2			
Светло-серый, зеленовато-серый	2.4-2.6			
	3.3-3.56	Совершенная, излом неровный, раковистый		Растворяется в H ₂ SO ₄
	2.57	Совершенная	Магматические и метаморфические горные породы. Полудрагоценный камень	

1	2	3	4	5
Слюды				
Лепидолит $KLi_{1-3}Al_{1-5}x$ $x[AlSi_3O_{10}](OH)_2$	Листоватый, чешуйчатый	2-3	Не металл.	Белый, фиолетовый, красноватый
Мусковит $KAl_2[Al_2Si_3O_{10}]x(OH)_2$	Тонкочешуйчатый	2-2.5	Не металл., шелковистый	Бесцветный, белый, зеленый, красноватый, изумрудно-зеленый (Фуксин)
Цинвальдит $KLiFeAlx$ $x[AlSi_3O_{10}](OH)_2$		2.5-4	Не металл.	Серый, бурый, зеленый
Флогопит $KMg_3[AlSi_3O_{10}]x(OH)_2$	Пластинчатый	2-2.5	Не металл.	Бесцветный, буровато-желтый, темно-бурый
Парагонит $NaAl_2[AlSi_3O_{10}]x(OH)_2$		2.5	Не металл.	Бесцветный, белый, зеленовато-белый
Биотит $K(Mg,Fe)[AlSi_3O_{10}]x(OH)_2$		2.5-3	Не металл.	Бурый, черный, зеленовато-бурый

6	7	8	9	10
	2.8-2.9	Весьма совершенная	Метаморфическая порода	
	2.76-3.1	Весьма совершенная	Метаморфическая порода	Не разлагается кислотами
	2.9-3.2	Весьма совершенная	Метаморфическая порода	
	2.7-2.85	Весьма совершенная	Метаморфическая порода	Разлагается в серной кислоте
	2.89	Весьма совершенная	Метаморфическая порода	
	2.71-3.3	Весьма совершенная	Метаморфическая порода	

Таблица для определения магматических горных пород

Пронхождение	Структура	Кислые (светлые) $SiO_2 \geq 65\%$	Средние (светло-серые, серые, зеленоватые), $SiO_2 = 65-55\%$		Основные (темно-серые, зеленые, черные), $SiO_2 = 45-55\%$	Ультраосновные (черные и темно-зеленые), $SiO_2 = < 45\%$							
			Пресобладает калиевый полевой шпат			Средний плагиоклаз		Полевые шпаты отсутствуют					
Глубинные (интрузивные)	Полнокристаллическая (равномернозернистая и порфировидная)	Гранит	Кварц, слюды, роговая обманка, биотит, пироксен	Роговая обманка, пироксен, биотит	Нефелин, амфибол, пироксен, биотит	Кварц, роговая обманка, биотит, пироксен	Кварц, роговая обманка, пироксен, биотит	Роговая обманка, пироксен, биотит	Пироксен, роговая обманка, оливин, биотит	Пироксен	Оливин	Широкосиливин	Амфибол
				Сиецит	Нефелиновый сиецит	Кварцевый диорит	Диорит	Габбро	Пироксенит	Дунит	Перидотит, кимберлит	Горнблендит	
Излившиеся (эффузивные)	Порфировая, стекловатая, мелкозернистая	Липарит, кварцевый порфир	Трахит, ортофир	Фонолит, нефелиновый сиецит – порфир	Лидзитовый диорит	Андезит, андезитовый порфир	Базальт, долерит (диабаз)	Пикрит					

Определитель метаморфических горных пород сланцеватого, полосчатого строения

Минеральный состав	Внешний вид и свойства	Название породы
Кварц, ортоклаз, слюда, иногда роговая обманка, пироксен, гранат	Серая, розовая, красноватая, желтоватая, светлая порода. Строение часто полосчатое.	Гнейс: биотитовый, мусковитовый, двуслюдяной, рогово-обманковый, пироксеновый, гранатовый
Кварц, ортоклаз, слюда, роговая обманка	Светлый полевой шпат чечевицеобразной формы, окружен каемками темных минералов	Очковый гнейс
Слюда, кварц, (второстепенные: полевой шпат, гранат, дистен, графит)	Светлоокрашенная блестящая (из-за чешуек серебристой слюды), тонкосланцеватая порода	Слюдяной сланец: мусковитовый, биотитовый, двуслюдяной, графитовый, гранатовый, дистеновый
Глинистые частицы с зернистыми прослойками и ленточками кварца, мелкие листочки слюды (невидимые простым глазом), иногда включения зерен граната, биотита, альбита, хлорита, пирита	Зеленая, красноватая, серая, темно-серая или черная порода, тонкослоистая или тонкосланцеватая с шелковистым блеском на поверхности сланцеватости	Филлит
Хлорит в виде листочков или чешуек, кварц, иногда тальк и слюда	Темно-зеленая, светло-зеленая плотная порода, твердость около 2	Хлоритовый сланец
Чешуйчатая масса талька, магнезит, иногда хлорит	Светлоокрашенная порода низкой твердости (1-1,5), жирная на ощупь	Тальковый сланец
Роговая обманка, присутствуют кварц, биотит	Зеленая, темно-зеленая или черная порода	Роговообманковый сланец

Определитель метаморфических горных пород массивного или плотного строения

Минеральный состав	Внешний вид и свойства	Название породы
Кальцит, реже доломит (часты примеси: кварц, роговая обманка, пироксены, оливин, гранат, пирит)	Разноцветная порода: белая, серая, бурая, розовая, красная, желтая, голубая, зеленоватая, мелко-, средне- или (реже) крупнозернистая	Мрамор
Кварц (второстепенные: мусковит, хлорит, кианит, графит)	Белого, розовато-белого, красноватого, серого, желтоватого цвета порода, мелко-, среднезернистая, сплошная сливная, в изломе блестящая; очень твердая (твердость – 7); блеск жирный	Кварцит
Кварц, гематит, магнетит	Красноватого или серого цвета порода, мелко-, среднезернистая, иногда тонкослоистая; блеск жирный; очень твердая (твердость – 7)	Железистый кварцит
Серпентин, нередко наблюдаются прожилки асбеста	Зеленая, зеленовато-серая, синеватая порода, реже желтая, коричневая, пятнистая или полосчатая; блеск матовый; раковистый или занозистый неровный излом; легко царапается ножом	Серпентинит
Кварц, мусковит (встречаются топаз, турмалин, флюорит, молибденит, касситерит, берилл)	Светлоокрашенная кристаллически-зернистая порода	Грейзен
Гранат, пироксен (встречаются кварц, актинолит, хлорит, кальцит); в рудных скарнах: магнетит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, касситерит	Обычно темная окраска, бурая, зеленовато-белая, желтовато-белая, черная. Порода среднезернистая, но не равномерно-зернистая	Скарн
Полевой шпат, кварц (иногда биотит, андалузит, пироксен, турмалин)	Серая, темно-серая, черная или бурая порода, однородная, плотная; излом ровный, иногда раковистый	Роговик

Определитель важнейших хемогенных и биогенных осадочных пород

1а Легко вскипает под действием соляной кислоты.

2а Содержит заметные на глаз органические остатки (обломки раковин, кораллов).

Органогенный известняк

2б Не содержит заметных на глаз органогенных остатков.

3а Включает концентрически-скорлуповатые шарики (оолиты).

Оолитовый известняк

3б Не включает оолитов.

4а Имеет малую твердость (пачкает руки). Белого цвета.

Мел

4б Рук не пачкает.

5а Пористый, воздреватый.

Известковый туф

5б Плотный.

Известняк

1б Под действием соляной кислоты вскипает только в порошке или если соляная кислота подогрета.

Доломит

1в Не вскипает под действием соляной кислоты.

6а Черного или бурого цвета.

7а Содержит растительные остатки.

Торф

7б Не содержит растительных остатков.

8а Цвет черты бурый.

Бурый уголь

8б Цвет черты черный.

9а Обладает матовым блеском. Пачкает руки.

Каменный уголь

9б Обладает металлическим блеском. Не пачкает руки.

Антрацит

6б Обычная светлая окраска.

10а Очень рыхлая пористая порода.

Трепел, диатомит

10б Плотная порода.

11а Окраска обычно одногонная.

11б Окраска яркая, разнообразная с разноцветными узорами.

Яшма

Примечание: вначале проверяют, как реагирует порода на действие соляной кислоты. Предположим, что на соляную кислоту она не реагирует. Следовательно, пункт 1а не подходит, находят пункт 1б. Если порода не вскипает с соляной кислотой и в размельченном виде, переходят к пункту 1в. Поскольку он подошел, читают дальше пункт 6а. Предположим, определяемая порода обладает черным цветом. Читают дальше пункт 7а. Порода растительных остатков не содержит; переходят к 7б, затем к 8а. При проверке цвета черты оказывается, что она черная. Значит нужен пункт 8б. Порода обладает матовым блеском и пачкает руки. Итак, это 9а – каменный уголь.

Текстуры осадочных горных пород

Текстура	Проявление	Условия образования	Примеры
Внутрипластовые текстуры			
Слоистая	Параллельная (нормальная) слоистость Косая слоистость разных типов Волнистая слоистость	Отсутствие движений воды в придонной части Речные, прибрежно-морские, эоловые отложения Захоронение знаков ряби	Ленточная слоистость потоков Косая слоистость отложений
Неслоистая (беспорядочная или массивная)			Пески и грубо-обломочные породы
Подводно-оползневая	Залегание смятых пачек среди недислоцированных пород	Оползание осадков на дне бассейна	Алевритовые породы в геосинклинальных сейсмических областях
Взмучивания	Смятие и закручивание тонких слоев	Сильное движение воды в результате сейсмических причин	Тонкообломочные материалы
Микроплойчатость	Мелкая сложная складчатость	Сдавливание слоистого осадка при изменении объема	При переходе ангидрита в гипс
Сутуро-стилолитовая	В известняках сутуры — мелкозубчатые или бугристые темные линии, перемежающиеся со стилолитами — крупными шипами	Неравномерное растворение карбонатов в условиях давления в стадии эпигенеза	Известняки
Фунтиковая	"Конус в конусе"	Эпигенетическая перекристаллизация кальцита под давлением	В тонких прослойках известняков, залегающих среди глин
Биогенная	Породы со следами жизнедеятельности животных	Жизнедеятельность животных (иллоедов, ракообразных, брахиопод и моллюсков)	
Текстуры поверхностей напластования			
Знаки ряби	Рябь течений	Морские и речные течения	Песчаники
	Эоловая рябь	Эоловая деятельность на суше	
	Волновая рябь	В морях до 200 м	
Трещины усыхания		Чередование влажных и засушливых периодов на суше	Глины, песчаники, карбонаты
Отпечатки кристаллов, града, капель дождя		Выведение незатвердевшего осадка на дневную поверхность	Глины, песчаники, карбонаты

Горные породы

1 Название породы	2 Минеральный состав	3 Внешний вид	4 Структура	5 Происхождение	6 Прочие свойства
Камешный уголь (черный)	Содержит примерно 82% углерода с примесями серы, образующих H, O, N, а также с примесями пылевидных и песчаных частиц. Горит светящимся и чадающим пламенем, имеющим запах печных газов	Черно-бурый до черного с жирным или стекляным блеском, или излом неровный. Твердость 2-2,5. Плотность 1,2-1,5	Образует сплошные массы, которые могут быть плотными и слоистыми.	Осадочное	
Опока	По существу является песчанистовулканистым аргиллитом (ранее называвшимся мергелем). Часто содержит кремнистые скелеты (иглы) губок. Тонкозернистая, микропористая каменная порода	Серовато-бурый, желтоватый, желтокоричневый	В образце имеет массивную структуру. Образует плитообразные слои значительной мощности	Осадочное. Слои породы возникли при осаждении и уплотнении глинистого, известковистого и песчанистого материала в межозье	Не вскипает от HCl, не размокает в водое.
Нефть	Смесь жидких углеводородов с растворенными твердыми и газообразными веществами. Очень часто содержит примеси остатков микроорганизмов, глинистые материялы, бактерии и т.д.	Коричневая до черной, как исключение - светлая	Насыщает слои пористых песков, иногда заполняет вместе с водой подземные пустоты	Осадочная	
Диатомит	Образован в основном из кремнистых створок различного вида диатомовых водорослей в смеси с глинистым и кремнистым материалом	Белый, серый, розоватый, светло-желтый	Пустые створки образуют диатомовую породу - трепел. Если трепел уплотнен и имеет параллельную (слоистую) структуру, то его называют шлифовальным сланцем	Осадочная. Они образовывались, начиная с третичного периода до наших дней	Не вскипает от HCl, не размокает в воде
Конгломерат	Содержит 50% зерен крупнее, чем 2мм (некоторые более 1 см). Зерна сцементированы глиной, кварцем, гидроксидами и оксидами Fe или кальцитом. Крупные зерна чаще всего представляют кварцем	Цвет различен и зависит от состава	Строение может быть массивное и слоистое. Зерна всегда окатаны и закруглены	Осадочное	
Базальт	Существенную часть составляют плагиоклазы (от Labradorита до анортита), темновесные составляющие - аegит, базальтическая роговая обманка, иногда оливин	Цвет от темно-серого до черного	Имеют массивную, а также порфирровую структуру. Вкрапленники представлены темновесными минералами. Основная масса очень тонкозернистая, до плотной, и может содержать стекло. Иногда базальты имеют миндалевидную структуру	Изверженная - при затвердении лаброной магмы на земной поверхности	

1	2	3	4	5	6
Перлит	Вулканическое стекло, содержащее до 9% воды	Цвет голубовато-серый, коричневатый, напоминает эмаль	Имеет мелкую шаровидную огдепельность - как бы стекло, состоящее из мелких бусинок. Эта структура обусловлена внутренним напряжением, возникающим при охлаждении стекла		
Глие	Состоит из кварца, слюды (мусковит, биотит) и полевого шпата (ортоклаз, плагиоклазов). Кроме того может содержать минералы - графит, кордиерит, гранат, сидлиминт	Цвет светло-серый, темно-серый, желтоватый, коричневатый, красноватый	Гнейсы отличаются слоистостью различного типа. Зерна гнейсов от тонких до крупных	Метаморфическое	
Гравий	Состоит из смеси окатанных обломков различных минералов и горных пород	Состав и цвет различен	Грубоблоочный. Диаметр частиц 2-50мм, рыхлые, окатанные	Обломочные осадочные породы	
Антрацит	Содержит примерно 94% углерода и примесь веществ, органических элементами H, O, N. Горит светлым пламенем, почти без чада	Черный, с побежалостью, блеск сильный, иногда полуметаллический. Непросвечивающий, цвет черты черной	Слопанные плотные массы с раковинным изломом. Твердость 2.5-3. Плотность 1.4-1.7	Осадочная, из растительных остатков, углефикация (без доступа атмосферного кислорода) здесь достигла высшей степени	
Известняк (карбонатные породы)	Кальцита около 95%. Примеси - глинистые материалы, графит, лимонит, гематит, органическое вещество	Цвет от чистого белого до черного (в зависимости от примесей) - преимущественно светло-серый, легко царапается ногтем	Массивная, ориентированная структура Плотные и тонкзернистые. Сохраняются остатки организмов, по присутствию которых выделяют типы известняков	Осадочная органогенная - при осадении известняковых раковинных животных и скелетов растений.	Вскипает при попадании HCl
Известняк битуминозный		Темная окраска	Содержит очень много остатков организмов	Образуется в результате окислительного процесса в орг. иле среди осадочных пород	При трении появляется запах керосина
Мрамор (кристаллический известняк)	На 95% состоит из кальцита	Цвет различный	Зернистый известняк различной окраски. Относится к любой известняк, подпадающий полировке	Метаморфическое - произошла перекристаллизация кальцита	
Мел	Белый землистый известняк	Цвет белый, желтоватый, серый	Землистый. Содержит известковые раковины мелких животных	Осадочное, органогенное	Растирается в руках

Продолжение прил. 7

1	2	3	4	5	6
Мергель (глинистый известняк)	Содержание карбонатов существенно	Преимущественно серого цвета, плотная, хрупкая масса	Плотная, раковистый излом. Однородная смесь глинистых частиц и известняка	Осадочное	На месте реакции с HCl остается глинистое пятно
Глина	На 50% объема породы представлено глинистыми минералами (каолинитом, иллитом и др.). Примеси - кремневая пыль, чешуйки серпичита, хлориты, карбонаты, органическое вещество и др. Состоит из зерен диаметром от 0,05 до 2мм. Наибольшее количество зерен представлено кварцем. Может содержать зерна полевых шпатов, роговиков, кварцитов и листочки слюды. Несущественно, но всегда присутствуют зерна тяжелых металлов (турмалин, гранат, циркон, корунд, золото, платина и др.)	Цвет различный, в зависимости от характера и содержания примесей	Является сыпучей породой, которая при увлажнении становится пластичной, а после обжига затвердевает	Осадочное - осадлением тонких частиц, приносимых водными потоками в море	
Песок	Состоит из зерен диаметром от 0,05 до 2мм. Наибольшее количество зерен представлено кварцем. Может содержать зерна полевых шпатов, роговиков, кварцитов и листочки слюды. Несущественно, но всегда присутствуют зерна тяжелых металлов (турмалин, гранат, циркон, корунд, золото, платина и др.)	Цвет светлый, от белого до желтого и коричневого	Зерна могут быть от остроугольных до округлых. В природе образуют слои и толщи	Осадочное. Слущивая порода, образуется при осаждении разрушенных пород	Набухает при смачивании водой
Песчаник	Состоит из кварцевых зерен, скрепленных цементом. Цемент может быть известковым, доломитовым, глинистым (цвет от белого до коричневого), железистым (от бурого до красного), кремнистым (переходит в кварцит). Может содержать слюду, глаукофит (зеленого цвета), органическое вещество (песок битуминозный почти черного цвета) и др. минералы	Цвет различен в зависимости от состава цемента и примеси минералов	В природе песчаники образуют толщи значительной мощности. В образце может иметь массивную и слоистую структуру, при тонкой и средней крупности зерна (до 2 мм)	Осадочные, подвержены уплотнению при нормальной температуре	Царапает стекло
Кварцит Осадочный	Кварцевые зерна и кремнистый	Цвет белый, серый, темно-серый, желтоватый, зеленоватый, коричневатый	Обломок породы царапает стекло, твердость около 7. Породы плотная (нельзя отличить зерна от цемента). Структуру имеет массивную, очень крепкую, с поверхности гладкий и блестящий. Образует пласти	Осаждение кварцевых зерен и скрепление их кремнистым цементом	

1	2	3	4	5	6
Кварцит метаморфический	Преобладают кварц, но могут быть и иные минералы: мусковит, хлорит, графит, пироксен, сидломанит (здесь соответствующее название)	Цвет различен	Строение массивное. Иногда кварцевые зерна имеют ориентацию	Метаморфическое. Образовался при изменении песчаных осадков под воздействием давления, температуры, а также примесей	
Серпентинит (змеевик)	Большая часть породы представлена серпентином в виде мелких чешуйчатых кристаллов (антигорит) или волокнистых разностей (хридолит) Может содержать остатки первичных минералов - пироксена, хромита и магнетита, граната	Цвет от темно-зеленого до черно-зеленого, иногда черный с синеватым или фиолетовым отливом	Преобладает массивное строение, иногда видны признаки ориентировки	Метаморфическое. Возникает при изменении ультраосновных пород	
Обеланин	Вулканическое стекло с небольшим содержанием (до 0.5%) вола. Вкрапления неразмельченных. Относится к лавам средней осадности	Цвет зеленоватый, зеленый, лимачто-бурый, красноватый, черный, блеск стекляной	Стекловидная структура с признаками структуры течения. Имеет раковнистый излом	Порода изверженная	
Эклогит	Главной частью породы служат пироксен и красный гранат. Может содержать рутил и амфибол	Общий темный цвет породы	Порода от средне- до крупнозернистой, имеет массивную или слоистую структуру	Метаморфическая, изверженные породы при больших температурах и сильных давлениях	
Гранит	Из кварца, калиевого полевого шпата, в меньшем количестве из плагиоклаза и слюды (мусковит и биотит). Может содержать существенные количества других минералов (турмалина, касситера)	В целом имеет светлую окраску. светло-серую, серую, желтоватую, розоватую, красную	Имеет массивную, в большинстве случаев равно мелкозернистую, а иногда и порфириковую структуру. При порфириковой структуре основная масса различимо зерниста, а величина крупных включений достигает 8 см	Изверженная. Представляет собой глубинные породы, возникшие при медленном остывании магмы	
Габбро	Существенную часть породы составляют основной плагиоклаз (лабрадор) и пироксен. Может содержать заметное количество амфибола или оливина (получает соответствующее название), в редких случаях присутствует биотит. Темноцветных минералов содержится около 50% от общего объема породы.	Цвет в целом очень темный, почти черный, иногда с зеленым оттенком	Величина зерен от среднего до крупных. Структура массивная, как правило, равномернозернистая, в редких случаях порфириная. Образуется небольшие по размерам тела и жилы	Изверженная глубинная порода	

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Основы геологии	3
<i>Тема 1. Минералы и горные породы.</i>	3
Физические свойства минералов.	4
Характеристика горных пород.	7
Способы описания цвета породы.	10
Определение структуры горных пород.	10
Определение текстуры горных пород.	11
Раздел 2. Почвоведение.	12
<i>Тема 1. Морфологические признаки почв.</i>	12
Работа 1. Агрегатный анализ по методу Н.И.Савинова.	14
Работа 2. Определение водопрочности агрегатов капельным методом.	15
Работа 3. Полевые методы определения механического состава почв.	18
Работа 4. Определение механического состава почв по М.М.Филатову.	21
<i>Тема 2. Физико-механические и водные свойства почвы.</i>	23
Работа 5. Определение пластичности, границ текучести и скатывания.	26
Работа 6. Определение водопроницаемости почвы с нарушенной структурой.	28
<i>Тема 3. Почвенный раствор и кислотность почв.</i>	28
Работа 7. Анализ водной вытяжки.	31
Работа 8. Определение реакции почвенного раствора.	33
<i>Тема 4. Гумусовые вещества почвы.</i>	34
Работа 9. Изучение свойств гумусовых веществ.	36
<i>Тема 5. Почвенные коллоиды. Поглонительная способность почв.</i>	37
Работа 10. Изучение видов поглонительной способности почв.	38
Работа 11. Изучение свойств почвенных коллоидов.	39
Рекомендуемая литература	41
Приложение	42