

**С.В. Важов, Р.Ф. Бахтин, В.М. Важов**

# **ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ**



**Учебное пособие**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет  
имени В.М. Шукшина»

# ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

Учебное электронное издание

Бийск 2018

© АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2018.  
© С.В. Важов, 2018.  
© Р.Ф. Бахтин, 2018.  
© В.М. Важов, 2018.  
ISBN 978-5-85127-920-1

## Об издании

УДК 631.4(075.8)+504(075.8)

ББК 40.38 я73+28.081 я73

Э 40

*Издается по решению редакционно-издательского совета АГГПУ им. В.М. Шукшина*

Научный редактор:

**Г.Г. Русанов** – ведущий геолог ОСП «Горно-Алтайская экспедиция» АО «Сибирское ПГО», кандидат географических наук, Отличник разведки недр (с. Малоенисейское, Алтайский край).

Рецензенты:

**М.И. Яськов** – зав. лабораторией экологии аридных территорий Горно-Алтайского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (г. Горно-Алтайск);

**О.А. Черных** – зам. директора по УВР МКОУ «Зональная средняя общеобразовательная школа», кандидат биологических наук (с. Зональное, Алтайский край).

Э 40

Экология почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост. С.В. Важов, Р.Ф. Бахтин, В.М. Важов. – Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). ISBN 978-5-85127-920-1.

Пособие представляет собой комплекс заданий по общим вопросам экологии почв. Излагаются теоретические сведения для выполнения самостоятельной работы, приводятся вопросы для самопроверки и литературные источники.

Для обучающихся в высших учебных заведениях по направлению подготовки «Педагогическое образование», профили «Экология и География», «Биология и География», «Биология и Экология», «Биология и безопасность жизнедеятельности», а также по направлению подготовки «Биология», профиль «Биоэкология».

Табл. 9, рис. 28, список лит – 47 наим.

На обложке:

Земельные угодья в предгорьях Алтая. Фото С.В. Важова

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования: Процессор 1000 MHz, свободное место на HDD не менее 100 Мб, 256 Мб RAM, ОС: Windows XP/7/8/10, CD-ROM, предустановленное ПО Adobe Reader.

© АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2018.

© С.В. Важов, 2018.

© Р.Ф. Бахтин, 2018.

© В.М. Важов, 2018.

## **Об издателе**

Электронное издание создано с помощью Microsoft Office Word.  
Технический редактор электронного издания Табакаева Е.М.

Дата подписания к использованию 24.01.2018

Объем издания 3,91 Мб

1 CD-R

Издатель: Алтайский государственный гуманитарно-педагогический  
университет имени В.М. Шукшина

659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53.

Тел.: +7 (3854) 41-64-38

Е-mail: [rektor@bigpi.biysk.ru](mailto:rektor@bigpi.biysk.ru)

# Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	8
1.1. Отдельные внешние признаки почв и их свойства .....	8
<i>Экосистема почвы</i> .....	8
<i>Гранулометрический состав почвы</i> .....	10
<i>Структурный состав почвы</i> .....	11
<i>Почвенная влага и водные свойства почвы</i> .....	12
<i>Общие физические свойства почвы</i> .....	16
<i>Морфологические показатели почвы</i> .....	17
<i>Фитоиндикация</i> .....	38
1.2. Охрана почв и оценка экологического состояния .....	47
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	57
2.1. Самостоятельная работа .....	58
<i>Виды работы</i> .....	58
<i>Мотивация</i> .....	60
<i>Организация и формы работы</i> .....	61
<i>Виды контроля</i> .....	65
2.2. Задания для самостоятельной работы .....	66
3. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ .....	93
Тема 1. Экосистема почвы .....	93
Тема 2. Гранулометрический состав почвы .....	94
Тема 3. Структурный состав почвы .....	98
Тема 4. Почвенная влага и водные свойства почвы .....	102
Тема 5. Общие физические свойства почвы .....	124
Тема 6. Морфологические показатели почвы .....	137
Тема 7. Фитоиндикация .....	138
Тема 8. Индикация химических элементов в почве .....	139
Тема 9. Охрана почв и оценка экологического состояния .....	141
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	143
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....	144
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ .....	150
Приложение .....	158

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Экологические представления о почвенном покрове тесно связаны со знаниями об особенностях происхождения почв, их составе и свойствах, генезисе, возможностях практического использования с учетом воспроизводства плодородия, сохранения биологического разнообразия, роли в биоценозах и биосфере в целом и др. (Муравьев, Каррыев, Ляндзберг, 2000).

Экологические учения являются междисциплинарными (Девятова, Крамарева, 2012). Долгое время экология почв отождествлялась с изучением факторов почвообразования. В последние десятилетия широко и подробно учение об экологических функциях почв представлено в трудах Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина (1986, 2006). Экологические аспекты плодородия почв освещает в своих работах В.Ф. Вальков с соавторами (2004б, 2008), проблемы опустынивания и сопутствующую этому явлению деградацию горных почв рассматривает М.И. Яськов (2012) и др.

По мнению Т.А. Девятовой и Т.Н. Крамаревой (2012) в рамках экологии почв изучаются процессы повышения плодородия во всех сферах антропогенного использования почвенных ресурсов. Особое внимание уделяется изучению процессов деградации почв в земледелии и растениеводстве в различных природных и хозяйственных условиях. В конечном итоге изучаются глобальные процессы изменения почвенного покрова планеты и разрабатываются научно-обоснованные пути сохранения почв как незаменимого компонента биосферы.

Т.А. Девятова и Т.Н. Крамарева (2012, с. 8) дают следующее определение термина экология почв «... *Экология почв* – новое направление, являющееся продолжением и развитием общего (генетического) почвоведения в синтезе с достижением отраслевых наук о почвах: сельскохозяйственного, лесного, мелиоративного почвоведения и географии, изучающее изменение почвенных процессов и факторов почвообразования под влиянием хозяйственной деятельности человека и урбанизации территории...». Содержанием экологии почв, по мнению данных авторов, является исследование закономерных соотношений между почвой и средой ее формирования в их взаимодействии и развитии.

Одним из аспектов экологии почв, по мнению А.Г. Муравьева, Б.Б. Каррыева, А.Р. Ляндзберга (2000), является изучение состава, отдельных свойств и морфологических показателей почв, вопросов охраны и оценки экологического состояния плодородия, чему в настоящей работе уделено внимание.

В пособии в удобной для восприятия форме приводятся задания по выполнению лабораторно-практических работ, освещаются вопросы экологического состояния и охраны почв. Практическую направленность в сочетании с рассматриваемым материалом имеют задания для самостоятельной работы.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Отдельные внешние признаки почв и их свойства

### *Экосистема почвы*

В основе экосистемы почвы лежит постоянно меняющееся взаимодействие между минеральной частью, детритом, детритофагами и редуцентами в сочетании с влагой, теплом и другими абиотическими компонентами (рис. 1). Образование почвы – очень длительный процесс, пахотный слой формируется за столетия или даже за тысячелетия. Нарушение динамического взаимодействия между компонентами почвы способствует ее разрушению (Кленов, 2001). Гумус, как остаток органики после переработки детрита редуцентами во взаимодействии с минеральными частицами, улучшает основные свойства почвы. Гумус, будучи органическим веществом, ежегодно до 50% от своего объема, разрушается (Трушина, 2003) поэтому для сохранения гумуса необходимо периодическое поступление детрита. Основную роль в трансформации органического вещества и энергии в почве играют микроорганизмы за счет своей высокой численности. Почвенные беспозвоночные жгутиковые, корненожки, инфузории, нематоды, клещи, ногохвостки и др., а также позвоночные, выполняют большую работу в разложении и перемешивании органических остатков с минеральной частью почвы. Продукты жизнедеятельности вызывают глубокие изменения органических и минеральных составных компонентов почвенного слоя.

Детрит преобразуется в гумус множеством организмов (рис. 2). Их деятельность в верхнем слое почвы, а также поступление органики, способствует формированию пахотного горизонта с особой почвенной структурой. Пахотный слой отличается от подпочвы более темной окраской и водопрочными агрегатами. Они обуславливают большинство водно-физических и других свойств почвы, обеспечивающих ей важнейшее агропроизводственное свойство – плодородие. Рыхлый темноцветный пахотный горизонт является основным средством сельскохозяйственного производства, аналогов замены ему нет.

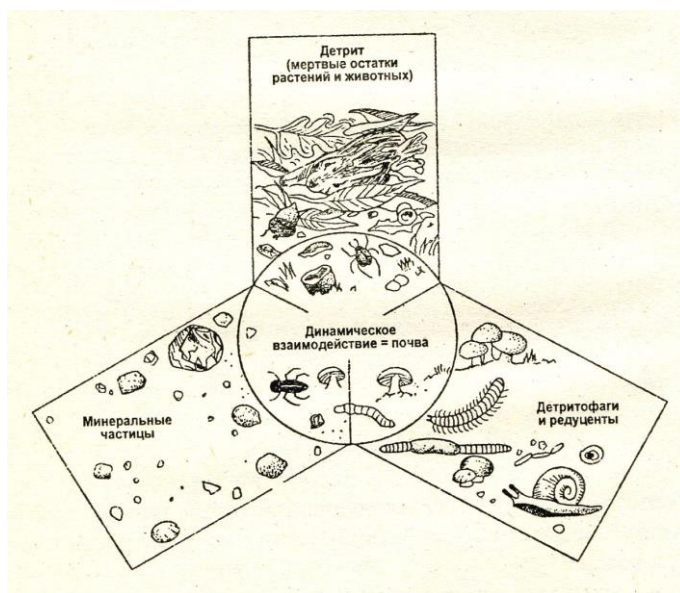


Рис. 1. Экосистема почв (по Т.П. Трушиной, 2003)

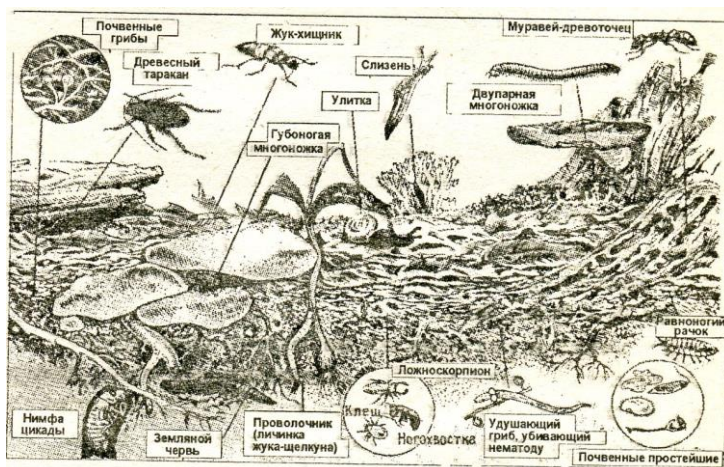


Рис. 2. Основные группы почвенных организмов (по Т.П. Трушиной, 2003)

## ***Гранулометрический состав почвы***

По соотношению содержания частиц различной величины грунты классифицируются на ряд разновидностей. Наиболее крупные группы этих разновидностей – пески, супеси, суглинки и глины (Бурлакова с соавт., 1984). Распространенная классификация грунтов по их составу приведена в таблице 1.

*Таблица 1*

Классификация грунтов по В. В. Охотину

Наименование	Процент частиц		
	менее 0,005 мм (глина)	0,005–0,25 мм (пыль)	0,25–2 мм (песок)
Тяжелая глина	>60	-	-
Глина	60–30	-	-
Пылеватая глина	30–20	Больше, чем каждой из двух других фракций	-
Тяжелый суглинок	30–20	-	Больше, чем пылеватых
Пылеватый тяжелый суглинок	30–20	Больше, чем пылеватых	-
Средний суглинок	20–15	-	Больше, чем пылеватых
Пылеватый средний суглинок	20–15	Больше, чем песчаных	-
Легкий суглинок	15–10	-	Больше, чем пылеватых
Пылеватый легкий суглинок	15–10	Больше, чем песчаных	-
Тяжелая супесь	10–6	-	Больше, чем пылеватых
Пылеватая тяжелая супесь	10–6	Больше, чем песчаных	-
Легкая супесь	6–3	-	Больше, чем пылеватых
Песок	<3	-	-

Фракции частиц разной величины имеют различный минеральный состав (Добровольский, 1999), частицы крупнее 10 мм состоят из обломков пород. Частицы величиной от 10 до 3 мм – обломки пород и отдельные пороодообразующие минералы.

Частицы величиной от 3 до 0,25 мм – порообразующие минералы, причем с уменьшением размера частиц возрастает процентное содержание кварца. Частицы от 0,25 до 0,01 мм состоят почти полностью из чистого кварца. Частицы мельче 0,001 мм представляют преимущественно смесь глинистых минералов с незначительным количеством гидроксидов железа и некоторых других минеральных образований.

В почвоведении часто пользуются термином *физическая глина*, под которым понимается сумма частиц менее 0,01 мм и *физический песок* – сумма частиц более 0,01 мм. Понятие *глина* включает фракции частиц величиной менее 0,001 мм.

*Под гранулометрическим составом понимают относительное содержание в почве разных по размеру частиц.*

Физические свойства гранулометрических фракций также существенно различаются между собой. С уменьшением величины частиц возрастают гигроскопичность, высота капиллярного водоподъема, емкость поглощения. Такие физико-механические свойства как пластичность, липкость и набухание в частицах крупнее 0,005 мм практически отсутствуют.

В природных условиях почвенные частицы находятся в соединенном состоянии. В связи с этим различают *агрегатный анализ*, в результате которого выявляют процентное содержание в почве агрегатов различной величины и *гранулометрический анализ*, проводимый с полным разрушением агрегатов для установления процентного содержания почвенных частиц.

Существует группа методов определения гранулометрического состава почв: от предельно простых полевых приемов на ощупь для отнесения почвы к глинистой, суглинистой, супесчаной или песчаной – до сложных анализов с использованием специальной аппаратуры и оборудования.

### ***Структурный состав почвы***

По В.В. Добровольскому (1999) под структурностью понимают способность почвы распадаться на отдельные определенного размера и формы. Различают следующие понятия структуры: форма и размер агрегатов, а также их водопрочность. Форма, размер и прочность структурных отдельностей зависят от особенностей почвообразования.

Важную роль в структурообразовании играет кальций, его присутствие сопровождается коагуляцией органических и минеральных тонкодисперсных веществ, формируется структурная почва. Натрий же, наоборот, диспергирует почвенные агрегаты, при намокании почвы, содержащие натрий, расплываются, при высыхании – растрескиваются. В гумусовом горизонте структурообразующую роль выполняют корневые системы полевых и луговых культур, их жизнедеятельность способствует созданию комковатой структуры.

### ***Почвенная влага и водные свойства почвы***

Наличие воды в почве является одним из главных условий почвообразования. Большинство почв получают влагу за счет атмосферных осадков. Степень атмосферного увлажнения почвы определяет испаряемость, распределение осадков в течение года и форма осадков. При этом осадки менее 5 мм в сутки не играют существенной роли в жизни растений (Орошаемое ..., 1977).

Под воздействием солнечной энергии в природе происходит постоянное испарение воды с земной поверхности (Деменков, Ковязин, 2007). Ссылаясь на И.А. Николаевскую, данные авторы считают, что наибольшее количество влаги на Земле испаряется с поверхности морей и океанов (88 %) и значительно меньше (12 %) с поверхности суши.

Осадки, выпавшие на поверхность земной суши, частично испаряются, просачиваются в грунт, а оставшаяся часть выпавших осадков стекает по склонам в наиболее низкие места поверхности, питая большие и малые водотоки, которые несут этот сток снова в моря и океаны. При неполном замкнутом цикле перемещения влаги (океан – атмосфера – океан) происходит малый круговорот воды в природе. При полном замкнутом цикле (океан – атмосфера – суша – океан) происходит полный круговорот воды в природе (рис. 3). Районы, где выпавшие осадки испаряются целиком, т.е. сток отсутствует, называют бессточными (пустыни, полупустыни). При постоянном круговом обращении воды между сушей и океаном общее количество осадков  $X$ , выпавших на поверхность суши, равняется количеству потерь на испарение  $Z$ , подземному ( $Y_1$ ) и поверхностному ( $Y_2$ ) стоку.

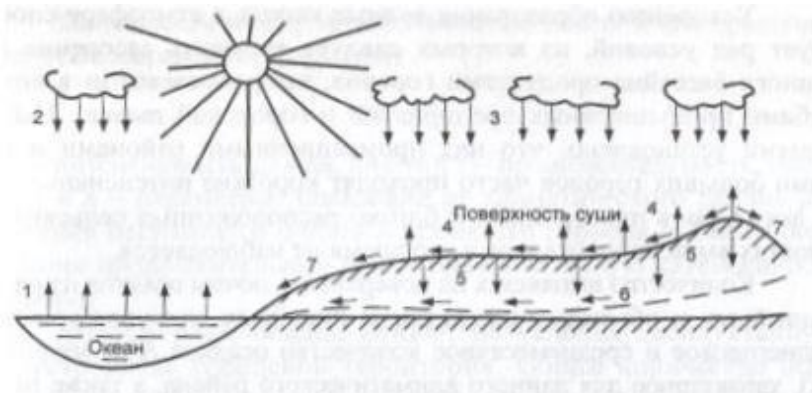


Рис. 3. Схема кругового обращения воды в природе  
(по П.А. Деменкову, В.Ф. Ковязину, 2007):

*1 – испарение с поверхности океана; 2 и 3 – осадки соответственно, выпадающие в океан и на сушу; 4 – испарение с поверхности суши; 5 – инфильтрация; 6 – подземный сток; 7 – речной сток в океан*

Уравнение водного баланса имеет вид:

$$X = Z + Y_1 + Y_2 \text{ или } X = Z + Y,$$

где  $Y = Y_1 + Y_2$  – общий сток.

В нашей стране существует положительный водный баланс (Деменков, Ковязин, 2007), т. е. среднее годовое количество осадков превышает среднее годовое количество испаряющейся влаги. Это подтверждается наличием развитой сети больших и малых рек и их притоков, т. е. постоянного речного стока с поверхности суши. Исключение составляют отдельные засушливые районы, где среднегодовое количество выпадающих осадков меньше среднегодового количества испарений влаги с поверхности суши.

Испаряемость с водной поверхности (в миллиметрах слоя воды) определяют по формуле Н.Н. Иванова:

$$E = 0,0018 (25 + t)^2 (100 - r),$$

где  $t$  – среднемесячная температура, °С;

$r$  – относительная влажность воздуха, %.

Ускорению образования водных капель в атмосфере способствует ряд условий, среди которых выделяют засорение воздушного бассейна продуктами горения, вырабатываемыми промышленными и другими предприятиями, городской пылью и т. п. Наблюдениями установлено, что над промышленными районами и центрами больших городов часто проходят короткие интенсивные ливни, тогда как в пригородах и близко расположенных сельских поселениях выпадения осадков в это время не наблюдается (Деменков, Ковязин, 2007).

Количество выпавших на поверхность почвы осадков измеряют в линейных и объемных единицах (Деменков, Ковязин, 2007). В линейных единицах измеряют среднегодовое и среднемесячное количество осадков  $H$  (в миллиметрах), характерное для данного климатического района, а также интенсивность отдельных дождей  $i$  (миллиметр в минуту). В технических расчетах принимают объемную единицу измерения количества выпавших осадков  $g$ , выраженную в литрах в секунду на 1 га. Для перехода от одной единицы измерения к другой используют зависимость:

$$g = ki,$$

где  $k = 166,7$  – переводной объемный коэффициент, т. е. объем осадков в литрах в секунду, выпавших на площадь 1 га при дожде интенсивностью 1 мм/мин.

Характеристику выпавшего дождя записывают самопишущими приборами – дождемерами, которые отмечают высоту слоя осадков, выпавших за определенный промежуток времени. Количество осадков, выпавших в единицу времени, определяет интенсивность дождя. Средняя интенсивность дождя:

$$i = h/t,$$

где  $h$  – высота слоя осадков, мм;

$t$  – период времени, мин.

Каждый дождь характеризуется интенсивностью ( $i$  или  $g$ ), количеством осадков, выпавших за единицу времени, периодом продолжительности дождя и вероятностью его выпадения, т. е. вероятностью повторения такого дождя, за тот или иной период

наблюдений  $c$  в годах. Зависимость между интенсивностью дождя и его продолжительностью выражается формулой:

$$g = A/t^n,$$

где  $g$  – интенсивность дождя, л/(с\*га);

$t$  – продолжительность дождя, мин;

$A$  и  $n$  - параметры, зависящие от климатического района расположения населенного пункта и принятого периода  $c$ .

Таким образом, более продолжительные дожди имеют меньшую интенсивность, и наоборот.

Общее количество осадков, выпадающих на земную поверхность в течение года, изменяется в широких пределах (Деменков, Ковязин, 2007). Наибольшее количество выпавших на земном шаре осадков отмечено в Черрапунджи (Индия, штат Ассам): среднее многолетнее количество осадков за год здесь составило 11013 мм, максимальное за год – 16305 мм (1899) и 24326 мм (1947).

В центральной части европейской территории России среднегодовое количество осадков постепенно убывает при движении с запада на восток. У западных границ России среднегодовая норма осадков достигает 650–700 мм в год, постепенно снижаясь в восточном направлении до 500–400 мм в год. У западных склонов Уральского хребта среднегодовая норма осадков снова увеличивается до 600–700 мм в год. На Дальнем Востоке уменьшение количества осадков идет от побережья Тихого океана до восточных склонов Уральских гор. Наибольшее количество осадков в год на территории России выпадает на склонах, обращенных к Тихому океану, на восточном берегу Черного моря, а также в горах Алтая. В Горном Алтае сказывается влияние возникшей преграды – высоких гор на пути движения воздушных масс, несущих большие запасы влаги со стороны океана.

Под *влажностью* почвы понимают наличие в ней воды, выраженное в процентах к массе сухой почвы. Вода, попадая в почву, влияет на ход почвообразования, изменяет химические процессы, участвует в разложении органического вещества и формировании гумуса, способствует изменению физических свойств почвы. Избыток воды в почве снижает активность практически всех происходящих в ней созидательных про-

цессов. Поэтому в полевых исследованиях важно освоить методы определения влажности почвы (Доспехов, 1985). Все многочисленные методы определения влажности почвы объединяет в 2 группы: определение влажности проб, вынутых из почвы и определение влажности почвы без нарушения ее естественного сложения.

### ***Общие физические свойства почвы***

Физические свойства почвы подразделяются на *общие* (плотность твердой фазы, плотность, порозность), *физико-механические* (пластичность, набухание, усадка, связность, липкость), *водные* (водопроницаемость, влагоемкость, водоподъемная способность, капиллярность), *воздушные* и *тепловые* (теплоемкость, теплопроводность, теплопоглощение и теплоизлучение) (Добровольский, 1999).

*Плотностью почвы* называют массу единицы объема сухой почвы ненарушенного сложения. Плотность обычно выражается в граммах на один сантиметр кубический или в килограммах на один кубический дециметр. Данный показатель иногда оценивается в тоннах на кубический метр.

*Плотностью твердой фазы почвы* называют отношение ее массы к массе равного объема воды при 4°C. Наглядно это можно представить следующим образом: если взять кусочек высушенной почвы и спрессовать ее таким образом, чтобы не было скважин, то отношение массы взятой почвы к массе воды того же объема и есть плотность твердой фазы почвы.

Плотность почвы зависит от гранулометрического состава, содержания органического вещества, структурного состояния и сложения (Полевая ..., 2012). Тяжелые почвы имеют меньшую плотность, чем почвы легкие по гранулометрическому составу. В вертикальном профиле почвы обычно верхние горизонты имеют меньшую плотность, чем нижние. Это объясняется большим содержанием гумуса и более рыхлым сложением первых по сравнению со вторыми. По величине плотности минеральные почвы в несколько раз превышают органогенные.

## ***Морфологические показатели почвы***

К морфологическим признакам относятся *окраска, структура, сложение, наличие ходов роющих животных, новообразования, включения, мощность*. В связи с тем, что почва состоит из нескольких горизонтов, морфологические признаки определяются для каждого горизонта, а затем сводятся в виде характеристики всего почвенного профиля (Добровольский, 1982, 2001; Яськов, 1998).

Отдельные морфологические признаки почвы можно изучить по коробочным образцам. В целом строение почвенного профиля изучается на монолитах. *Монолит* представляет собой образец почвы, вырезанный в виде параллелепипеда из стенки почвенного разреза на всю мощность почвы без нарушения ее естественного сложения.

Окраска или цвет почвы является одним из важных морфологических признаков. Она зависит от состава почвообразующих пород и типа почвообразования, поэтому разнообразна. Установлено, что черная или темно-серая окраска почвы свидетельствует о богатстве перегноем, т.е. о плодородии. Противоположное значение имеет белесая окраска. Красноватые тона отражают большое содержание в соединениях типа  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , а сизые тона – присутствие закисных форм железа. На рис. 4 приведена диаграмма С.А. Захарова, позволяющая оценивать цвета сухих почв в лаборатории. Общие черты связи необходимо знать, чтобы установить цвет почвы. При его определении, прежде всего, оценивают основную окраску почвенного горизонта, а затем определяют оттенки и насыщенность (например, темно-серый с коричневым оттенком и т. п.).

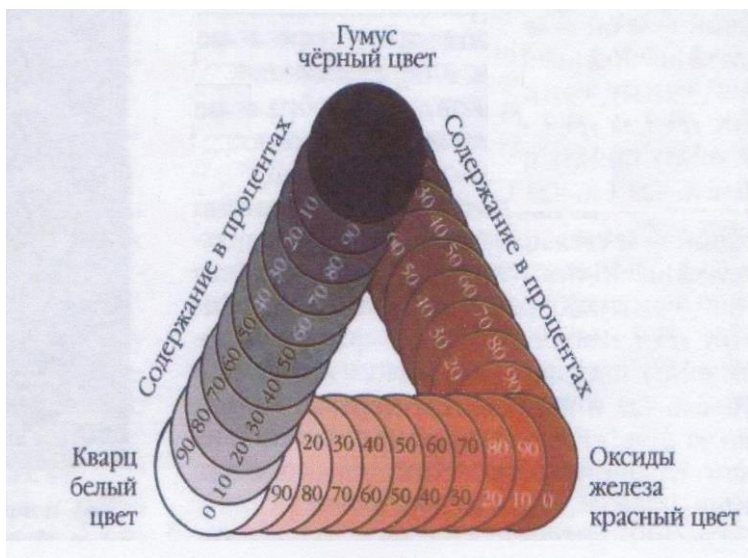


Рис. 4. Схема С.А. Захарова, показывающая связь окраски почвы с содержанием различных соединений

На последнее место в определении окраски почвы принято ставить преобладающий показатель. Например, «желто-бурый», что означает общий тон горизонта как бурый. И наоборот, если преобладает желтый цвет, то пишут «буро-желтый».

Часто имеет место неоднородная окраска почвенных горизонтов. В этих случаях при описании почв отмечают: «окраска неоднородная», указывают общий цвет горизонта, и за счет чего она возникла. Например, «окраска неоднородная, горизонт зеленовато-сизый с большим количеством ржавых пятен» и т.п.

Глазомерное определение окраски почв всегда субъективно. Более точно оценивают цвет почвы в лабораторных условиях при помощи фотометра.

*Структурность* почвы является одним из важнейших морфологических признаков (Добровольский, 1999). Под структурностью почвы понимается способность ее распадаться на отдельные определенной величины и формы. Эти отдельные называются *структурными элементами почвы* (рис. 5, 6).

Структурные отдельности подразделяются на три основных типа (табл. 2):

1. *Кубовидный* тип – отдельность имеет примерно одинаковые размеры по трем измерениям.

2. *Призмовидный* тип характеризуется вытянутостью по вертикальной оси.

3. *Плитовидный* тип отличается сплюснутостью по вертикальной оси.

Таблица 2

Классификация структурных элементов, агрегатов или отдельностей С.А. Захарова (по Б.Н. Польскому, 1972)

Тип 1. Кубовидная – равномерное развитие по трем осям

Род	Вид	Размер
<i>Грани и ребра плохо выражены; крупные, обычно сложные агрегаты</i>		
Глыбистая	Крупноглыбистая Мелкоглыбистая	>10 см 10–5 см
Комковатая	Крупнокомковатая Комковатая Мелкокомковатая	5–3 см 3–1 см 1–0,5 см
<i>Микроструктурные агрегаты</i>		
Пылеватая	Пылеватая	<0,05 см
<i>Грани и ребра хорошо выражены; агрегаты достаточно оформлены</i>		
Ореховатая более или менее правильная форма; поверхность граней сравнительно ровная; ребра острые	Крупноореховатая Ореховатая Мелкоореховатая	>10 мм 10–7 мм 7–5 мм
Зернистая	Крупнозернистая	5–3 мм

более или менее правильная форма; иногда округлая, с гранями, то шероховатыми и матовыми, то гладкими и блестящими	(гороховатая) Зернистая (крупитчатая) Мелкозернистая (порошистая)	3–1 мм 1–0,5 мм
--	---	--------------------

Тип 2. Призмовидная – развитие преимущественно по вертикальной оси

Род	Вид	Длина горизонтальной оси – поперечный диаметр
<i>Грани и ребра плохо выражены; агрегаты сложные и малооформленные</i>  Столбовидная неправильной формы, со слабовыраженными неровными гранями и округлыми ребрами	Крупностолбовидная Столбовидная мелкостолбовидная	>5 см 5–3 см <3 см
<i>Грани и ребра хорошо выражены</i>  Столбчатая правильной формы, с хорошо выраженными боковыми вертикальными гранями, с округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним	Крупностолбчатая Столбчатая Мелкостолбчатая	>5 см 5–3 см <3 см
Призматическая с ровными, часто глянцевыми	Крупнопризматическая Призматическая Мелкопризматическая	>5 см 5–3 см <3 см

поверхностями, с острыми ребрами		
----------------------------------	--	--

Тип 3. Плитовидная – развитие преимущественно по двум горизонтальным осям

Род	Вид	Длина горизонтальной оси – поперечный диаметр
Плитчатая слоеватая, с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности, часто различно окрашенными и с неодинаковыми поверхностями.	Сланцеватая Плитчатая Пластинчатая Листоватая	>5 мм 5–3 мм 3–1 мм <1 мм
Чешуйчатая со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями и часто острыми ребрами	Скорлуповатая Грубочешуйчатая мелкочешуйчатая	>3 мм 3–1 мм <1 мм

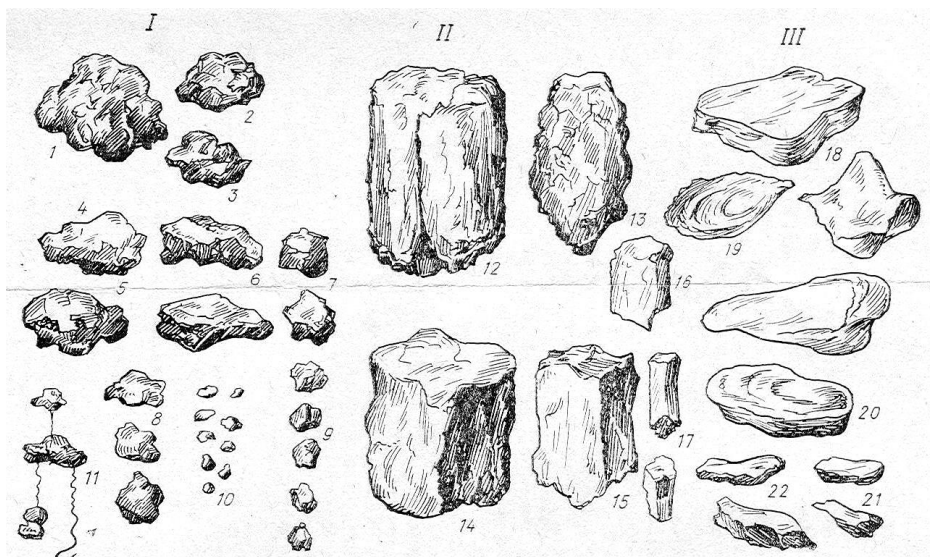


Рис. 5. Типичные структурные элементы, выделенные С.А. Захаровым (по Б.Н. Польскому, 1972):

1-й тип: 1 – крупнокомковатая, 2 – среднекомковатая, 3 – мелкокомковатая, 4 – пылеватая, 5 – крупноореховатая, 6 – ореховатая, 7 – мелкоореховатая, 8 – крупнозернистая, 9 – зернистая, 10 – порошистая, 11 – «бусы» из почвенных зерен. 2-й тип: 12 – столбчатая, 13 – столбовидная, 14 – крупнопризматическая, 15 – призматическая, 16 – мелкопризматическая, 17 – тонкопризматическая. 3-й тип: 18 – сланцеватая, 19 – пластинчатая, 20 – листоватая, 21 – грубочешуйчатая, 22 – мелкочешуйчатая

*Сложение почвы* – это внешнее выражение порозности и плотности почвы. Характер плотности почвы может быть определен только в поле по прилагаемому усилию при вдавливании ножа в почву. Выделяют сложение почвы *рыхлое* (нож входит легко), *уплотненное* (нож входит с усилием), *плотное* (нож входит с трудом).

Характер порозности почвы определяют по размеру пор и ширине межструктурных трещин. Обычно встречается сложение: *мелкопористое* (диаметр пор менее 1 мм), *пористое* (с более крупными порами), *тонкотрещиноватое* (с шириной трещин менее 3 мм) и *трещиноватое* (с шириной трещин более 3 мм).

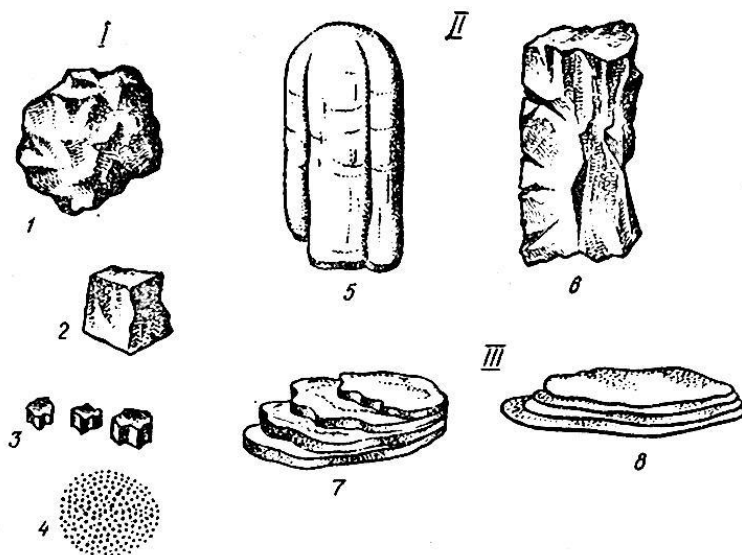


Рис. 6. Структурные отдельности почвы, выделенные С.А. Захаровым и С.А. Мониным (по В.В. Добровольскому, 1982):

I – кубовидный тип (1 – комковатая структура, 2 – ореховатая, 3 – зернистая, 4 – пылеватая); II – призмовидный тип (5 – столбчатая структура, 6 – призматическая); III – плитовидный тип (7 – пластинчатая структура, 8 – листоватая)

*Корневая система и ходы землероев.* При описании почвы указывают глубину проникновения корней растений. Так, корни трав сосредоточены в верхней части почвенного профиля, а корни деревьев проникают на большую глубину, поэтому существенного участия в гумусообразовании не принимают.

Землерои в процессе жизнедеятельности интенсивно перемешивают почвенную массу. Ходы роющих животных иногда в большом количестве пересекают почву, поэтому выделяют специальные почвенные разновидности (например, кротовинный чернозем).

*Новообразования и включения.* Морфологически хорошо оформленные, четко обособленные от почвенной массы химические соединения, возникшие в процессе гипергенеза и почвообразования называют *новообразованиями*.

Возникновение новообразований происходит в результате различных процессов – кристаллизации из растворов, выпадения геля из коллоидных растворов, перекристаллизации гелей, обменных и метасоматических процессов и т. д.

Морфологически новообразования очень разные – пленки, сплошные горизонты, землистые массы, корочки, изолированные кристаллы и их сростки, друзы, щетки, конкреции самых различных форм и размеров, пропластки и целые плиты.

Приуроченность различных новообразований к разным типам почвообразования и гипергенеза показана на рис. 7.

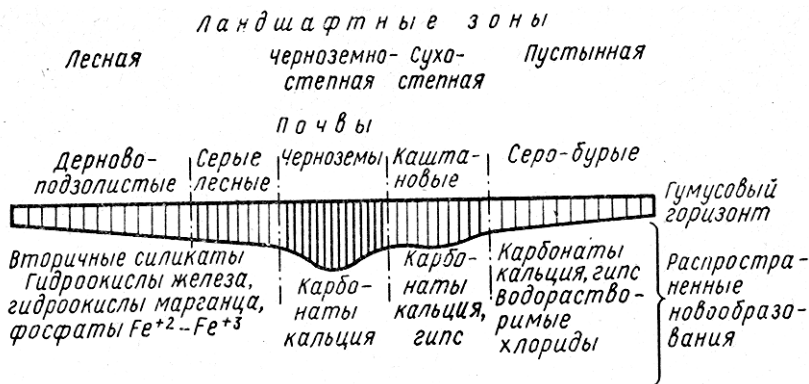


Рис. 7. Распределение почвенных новообразований по основным ландшафтным зонам умеренного пояса (по В.В. Добровольскому, 1982)

В условиях почвообразования таежно-подзолистой зоны наиболее типичны гидроксиды железа и марганца, а также находящиеся с ними в тесном парагенезисе вторичные железистые силикаты (Добровольский, 1989). Для гидроморфных почв этой зоны характерны различные фосфаты железа, образующие линзовидные скопления и пропластки. Железистые новообразования в глинистых почвах имеют вид зерен и мелких конкреций (ортиштейнов) или трубчатых конкреций (рореништейнов) (рис. 8). В песчаных почвах образуются ожелезненные горизонты различной мощности (ортзанды).

Встречаются *марганцевые, карбонатные, гипсовые конкреции* (рис. 9, 10, 11).

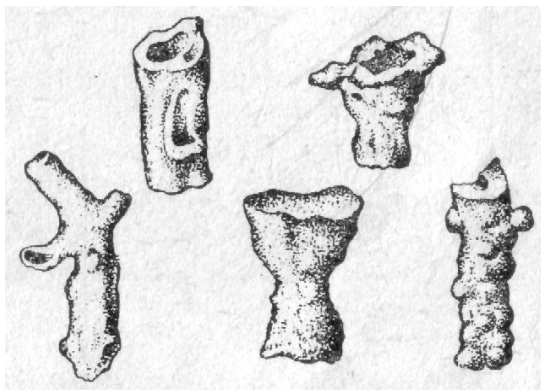


Рис. 8. Железистые новообразования  
трубчатой формы (по В.В. Добровольскому, 1982)

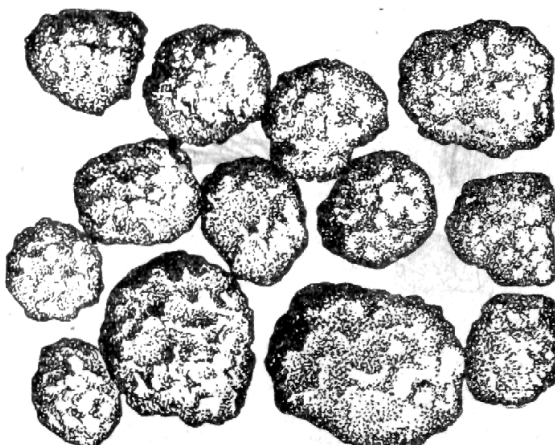


Рис. 9. Почвенные марганцевые конкреции  
(по В.В. Добровольскому, 1982)

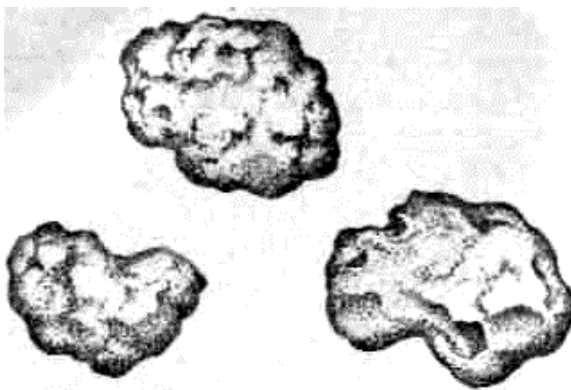


Рис. 10. Почвенные карбонатные конкреции-журавчики  
(по В.В. Добровольскому, 1982)

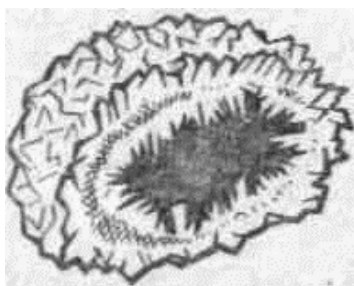


Рис. 11. Почвенная гипсовая конкреция, увеличенная в 2 раза  
(по В.В. Добровольскому, 1982)

Классификация почвенных новообразований приведена в таблице 3.

*Таблица 3*

Классификация почвенных новообразований С.И. Захарова  
(по Б.Н. Польскому, 1972)

Форма, химический состав	Налеты и выпцветы	Примазки, потеки и корочки	Прожилки, трубочки и т.д.	Конкреции или стяжения	Прослойки
Легкорастворимые соли: солёные – $\text{NaCl}$ , $\text{CaCl}_2$ и $\text{MgCl}_2$ горькие – $\text{Na}_2\text{SO}_4$	Светлые и белесоватые налеты и выпцветы легкорастворимых солей	Светлые примазки легкорастворимых солей, тонкие корочки	Белые прожилочки легкорастворимых солей и псевдомицелий глауберовой соли	Белые крапинки легкорастворимых солей	
Гипс – $\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Светлые налеты и выпцветы гипса, «гипсовое полотноце»	Белые примазки, корочки и «бородки» гипса	Белые прожилки кристаллического гипса и псевдомицелий	«Земляные сердца» и «ласточки» хвосты – двойники гипса	Прослойки «гажи»
Углекислая известь – $\text{CaCO}_3$	Налеты «сединка» и выпцветы извести «плесень», а так же дендриты люблини-та и т.п.	Светлые примазки, пятна, корочки и «бородки» извести	Псевдомицелий и прожилки кристаллической или мучнистой извести	Известковые: белоглазка, «журавчики», «дутики», «погремки», «желваки»	Прослойки луговой извести и гардпэн

продолжение таблицы 3

Полуторные окислы – $Al_2O_3$ и $Fe_2O_3$ ; марганца и фосфорной кислоты – $MnO_2$ , $P_2O_5$	Охристые пленки и выцветы	Ржавые, охристые пятна, примазки, потеки, языки и разводы дендриты и черные пятнышки $MnO_2$	Ржавая лже-грибница, бурые трубочки, бурые ржавые прожилки	Темно-бурые рудяковые зерна, бобовинки и «глазки»	«Железняк», «рудяк»; ортштейн и прослойки бобовой руды, горизонтальные и косые ортзанцы, «жерства»
Соединения закиси железа – $FeO$	Сизоватые пленки	Голубоватые пятна, языки и разводы		Белые, синеющие на воздухе скопления $FeO$	
Кремнекислота – $SiO_2$	Кремнеземистая «седая» присыпка	Белые и белесые пятна и языки	Белесоватые прожилочки		
Перегонные вещества		Бурые и глянцеватые пятна, темно-бурые потеки, языки и тонкие корочки	Бурочерная инкрустация на поверхности структурных отдельностей	Бурые рудяковые зерна	Перегонные прослои ортзанда

Включения представляют собой четко выделяющиеся элементы почвенной массы, генетически не связанные с процессом почвообразования. К включениям относятся валуны и галька, входящие в состав почвообразующих пород, но не затронутые процессом почвообразования; органические остатки –

раковины и кости животных; археологические предметы – различные следы древней культуры человека и т. п. Хотя в процессе почвообразования включения являются инертными телами, однако они дают возможность судить о генезисе почвообразующих пород (валуны, органические остатки) и о возрасте почв (археологические предметы).

*Вскипание почвы.* Для определения карбонатов кальция на почву действуют 10%-ной соляной кислотой. Она взаимодействует с  $\text{CaCO}_3$ , выделяется углекислый газ:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ . Угольная кислота разрушается с выделением воды и углекислого газа, пузырьки которого вызывают «вскипание» почвы.

Важный показатель выщелоченности почв – глубина «вскипания» (Добровольский, 1989). Чем глубже от поверхности «вскипает» почва, т. е. чем глубже залегают карбонаты, тем почва сильнее промыта и выщелочена. Например, в обыкновенных черноземах «вскипание» наблюдается на глубине около полуметра, а в черноземах, расположенных на севере зоны – около одного метра и глубже, светло-каштановые почвы вскипают на глубине лишь 25–30 см. Чем интенсивнее «вскипание», тем больше карбонатов кальция содержится в почве.

*Влажность почвы* – важный показатель. От степени увлажнения почвы зависят окраска, плотность и выраженность структуры. Для глазомерного определения влажности почвы в поле берут небольшое ее количество из описываемого горизонта, сжимают в руке:

- если сочится вода из почвы, она *сырая*;
- если на ладони остается мокрый след, но вода не вытекает, почва *влажная*;
- если почва холодит руку, но вода из нее не вытекает и мокрого следа нет, она *свежая*;
- если почва на ощупь кажется теплой и слегка пылит – *сухая*.

Влажность почвы сильно изменяется во времени.

*Переход горизонтов* определяет общий облик почвы и отражает степень дифференцированности почвенного профиля. На основе изучения перехода горизонтов почвы, отмечают

выраженность и характер их границы. *По степени выраженности* выделяют следующие *типы перехода* горизонтов:

1. Переход на протяжении 1–2 см, *резкий*.
2. Переход на протяжении 2–5 см, *ясный*.
3. Переход на протяжении 5–10 см, *заметный*.
4. Переход на протяжении более 10 см, *постепенный*.

Названные цифры примерные, в каждом конкретном случае, по мнению Б.Н. Польского, при определении степени выраженности перехода горизонтов необходимо учитывать не только приведенный выше формальный признак выраженности, но и резкость варьирования окраски, структуры и других признаков почвы.

*По характеру* границы между горизонтами бывают *ровные, волнистые, языковатые*. В двух последних случаях, в описании горизонтов, помимо средней глубины их перехода, отмечают крайние пределы колебания границы.

*Почвенный профиль* наиболее важный морфологический признак, отражающий закономерное изменение состава и строения почвенной толщи сверху вниз, в виде слоистости почвы. Эта псевдослоистость обусловлена разделением почвенной толщи на генетические горизонты, составляющие почвенный профиль. Генетические горизонты обособляются в процессе почвообразования и формирования конкретного типа почвы. Однако даже в окончательно сформированных почвах эти горизонты, как правило, не имеют четкой границы и постепенно переходят из одного в другой.

В различных типах почв генетические горизонты значительно отличаются, однако в целом выделяют *два типа строения почвенного профиля*.

*Первый тип* характерен для *автоморфных почв*, формирование которых происходит на возвышенных междуречных пространствах, промываемых атмосферными осадками. Такие почвы формируются под влиянием атмосферной влаги, нисходящее движение которой обуславливает закономерное перемещение химических элементов вниз. Режим почвенной влаги в этих условиях может быть как промывным, так и непромывным.

Основные генетические горизонты почвенного профиля этого типа характеризуются следующим образом:

1. *Перегнойно-аккумулятивный (гумусовый) горизонт* обозначается индексом А. В данном горизонте происходит разложение отмершего органического вещества. Из продуктов распада за счет биохимических процессов формируются специфические органические соединения, т. е. здесь накапливается гумус. Одновременно в этом горизонте происходит аккумуляция зольных элементов.

2. Переходная часть почвенного профиля представляет постепенный переход от перегнойного аккумулятивного горизонта к почвообразующей породе.

Явления вымывания характерны для верхнего горизонта переходной части почвенного профиля (Добровольский, 1989). В отдельных почвах эти явления выражены очень сильно, например, в подзолистых почвах. В этом случае обособляется самостоятельный *горизонт вымывания*, откуда выносятся все подвижные соединения. Поэтому горизонт вымывания приобретает белесую окраску и четко выделяется. Этот горизонт принято обозначать индексом А<sub>2</sub>.

В качестве *горизонта вмывания (иллювиального)* выделяют горизонт вмывания тонких глинистых частиц, гидроокислов железа, марганца, реже – алюминия. Иллювиальный горизонт четко выделяется в почвенном профиле более темной окраской и большей плотностью, его обозначают индексом В. Таким же индексом обозначается вся переходная часть профиля, не имеющая обособленных горизонтов вымывания и иллювиального.

3. Ниже переходного горизонта залегает *почвообразующая порода*, обозначаемая индексом С. Следует отметить, что верхняя часть горизонта С несет следы почвообразования в виде соединений, поступивших сюда из верхней части почвенного профиля.

4. В том случае, когда почвообразующая порода имеет малую мощность и вскрывается порода, подстилающая почвообразующую, она называется *подстилающей* и обозначается индексом Д.

Другое строение профиля имеют почвы, сформированные в условиях близкого залегания грунтовых вод. Почвообразование в таких условиях протекает под воздействием грунтовых вод, которые периодически или постоянно обогащают почвенную

толщю определенными химическими элементами и создают особую геохимическую обстановку. Режим почвенной влаги в этих условиях соответствует *выпотному*, а почвы носят название *гидроморфных*.

Во время полевых исследований нужно вычертить в определенном масштабе *полевой эскиз* почвенного профиля: вначале топографическую поверхность профиля, а затем отметить на нем пункты заложения основных и дополнительных почвенных разрезов, отобразить растительность и другие природные особенности (рис. 12).

После окончания межпунктных описаний и характеристики почв на основе эскиза вычерчивается *почвенный профиль*.

Для этого на основании межпунктных описаний рельефа, а также примерного профиля, составленного в поле, вычерчивают топографическую поверхность.

Построить точный профиль в определенном вертикальном и горизонтальном масштабе можно только при наличии топографической карты (профиля, полевых записей и измерений). При отсутствии карты вычерчивается приблизительная топографическая поверхность.

Затем в соответствующих пунктах в виде вертикальных колонок размещаются почвенные разрезы (рис. 13). На них по полевым описаниям в определенном масштабе изображают почвенные горизонты. Схематический рисунок почвы нужно раскрасить в соответствующие цвета, с края колонки проставить индексы горизонтов, внизу под ней – номер разреза, под профилем – название почвы.

Сверху на профиле изображают растительность. Смена одного ее типа другим отмечается в соответствии с межпунктными описаниями. Масштабы изображения почв и растительности будут различны.

На профиле делают необходимые надписи, его примерный или точный масштаб и направление. В итоге профиль дает наглядное представление о закономерностях распределения почв, растительности и их взаимосвязи.

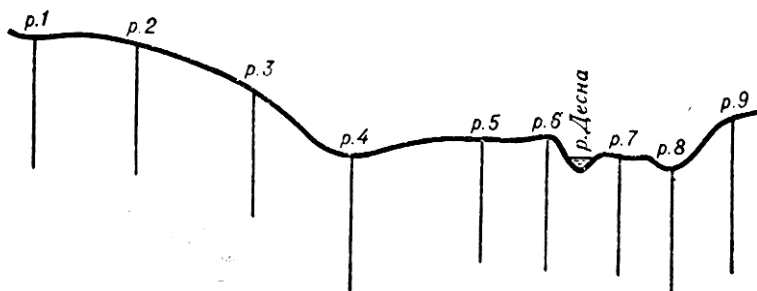


Рис. 12. Эскиз почвенного профиля (по Б.Н. Польскому, 1972)

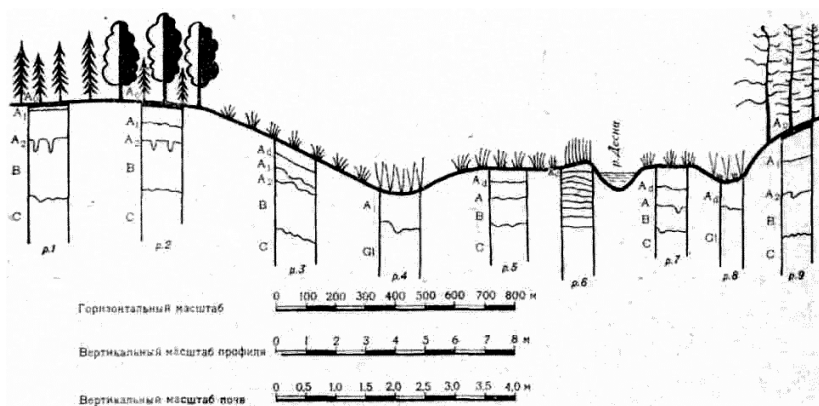


Рис. 13. Почвенный профиль (по Б.Н. Польскому, 1972):

p.1 — Дерново-сильноподзолистая почва на перекрытой морене, p.2 — Дерново-среднеподзолистая почва на перекрытой морене, p.3 — Дерново-слабоподзолистая почва на перекрытой морене, p.4 — Торфяно-глеевая болотная почва на аллювиальных отложениях, p.5 — Луговая почва центральной поймы на аллювиальных отложениях, p.6 — Дерновая слабо развитая слоистая почва прирусловой поймы на слоистом аллювии, p.7 — Луговая почва центральной поймы на аллювиальных отложениях, p.8 — Дерново-глеевая почва на аллювиальных отложениях, p.9 — Дерново-среднеподзолистая почва на борозных песках

*Описание почв.* Типы почв различаются как строением профиля, так и другими морфологическими признаками. Подробное *описание почвенного профиля* в полевых условиях производят по почвенным разрезам (Методы ..., 2014) (рис. 14).

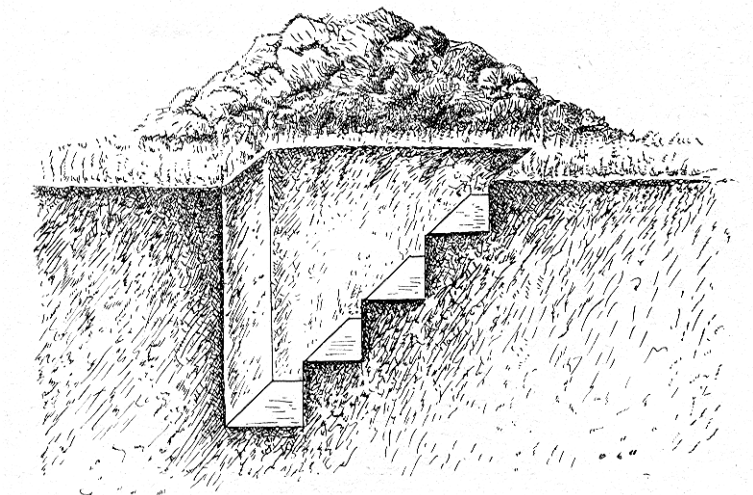


Рис. 14. Схематический вид почвенного разреза  
(по Б.Н. Польскому, 1972)

Полевое описание почвы начинается с определения ее строения, выделения на профиле генетических горизонтов и их обозначения (Добровольский, 1989).

*Строение почвы* – общий ее облик, характеризующийся сочетанием генетических горизонтов (рис. 15). Выделяют следующие почвенные горизонты.

1. Горизонт *лесной или луговой подстилки*  $A_0$ , состоящий из отмерших частей различных растений (хвои, листьев и т. п.).

2. Горизонт *A – перегнойно-аккумулятивный*, содержащий небольшое количество перегноя. В дерново-подзолистых почвах его обозначают  $A_1$  в отличие от подзолистого горизонта.

3.  $A_d$  – *дерновый* горизонт (дернина), перегнойный горизонт, густо пронизанный и плотно связанный корнями трав. В этом его отличие от горизонта A черноземов или горизонта  $A_1$  дерново-подзолистых почв.

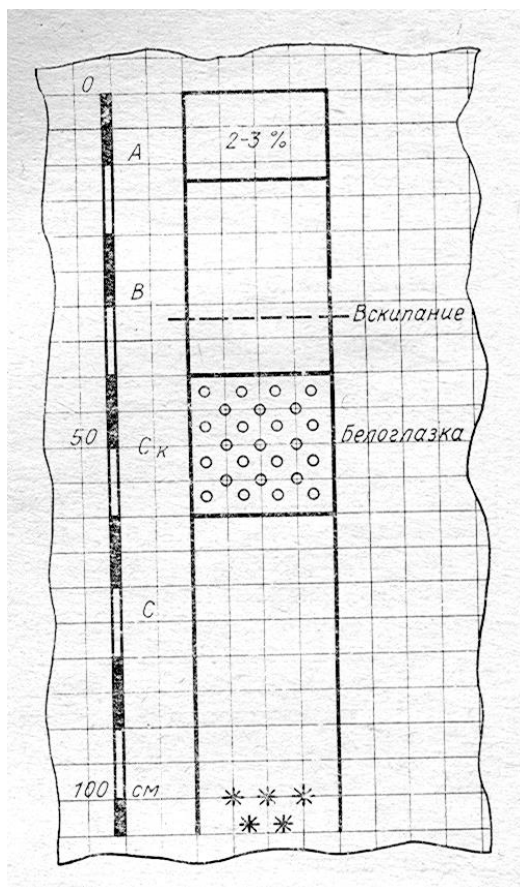


Рис. 15. Схема строения светло-каштановой почвы  
(по Б.Н. Польскому, 1972)

4.  $A_2$  – подзолистый горизонт, элювиальный горизонт, или горизонт вымывания.

5.  $A_{\text{пах}}$  – пахотный слой, созданный в почве ее обработкой. В зависимости от мощности верхних почвенных горизонтов и глубины вспашки он может включать горизонты  $A_1$  и  $A_2$ .

6.  $A_t$  – горизонт торфа, типичный для болотных ландшафтов.

7. В – переходный горизонт. В черноземах – типичный переходный горизонт, а в подзолистых почвах, горизонт вымывания (иллювиальный горизонт). В зависимости от окраски, структуры и других признаков горизонт В может

подразделяться на подгоризонты  $B_1$ ,  $B_2$  и т. д.

8. С – *материнская горная порода*. Ею могут быть рыхлые осадочные пески и глины, массивно-кристаллические граниты и т. п.

9. Д – *подстилаящая порода*, залегающая непосредственно под материнской породой.

10.  $G_L$  – *глеевый* горизонт сизой или голубовато-сизой окраски, типичный для избыточно увлажненных почв.

Определение *мощности горизонта* почвы имеет большое значение (Добровольский, 1999). По мощности можно судить о качествах почвы, об ее подтипе и др. Так мощный горизонт А свидетельствует о высоком плодородии почвы, и наоборот, мощный подзолистый горизонт  $A_2$  – о сильной подзолистости почвы и низком ее плодородии. На соотношении мощностей перегнойного и подзолистого горизонтов построена классификация дерново-подзолистых почв, мощность горизонта А учитывается в классификации солонцов и т. п.

Изучить почву можно с помощью монолита. Вырезанный почвенный монолит помещают в монолитный ящик (рис. 16, 17). *Описание монолита производится в лабораторных условиях*. В первую очередь обращают внимание на строение почвенного профиля и выделяют основные генетические горизонты. Затем визуально их изучают. При этом отмечают морфологические признаки каждого горизонта в следующей последовательности: окраска, структура, сложение, новообразования, включения, наличие корневой системы растений и ходов землероев, характер границ между горизонтами, мощность (рис. 18).

Все данные записывают в тетрадь и делают схематическую зарисовку изучаемого профиля. Для этого, с левой стороны, отделяют примерно треть страницы. Рядом с зарисовкой указывают индексы генетических горизонтов.

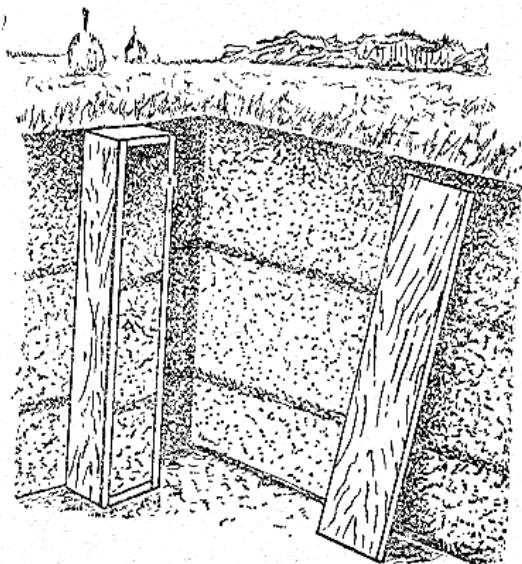


Рис. 16. Монолитный ящик (по Б.Н. Польскому, 1972)

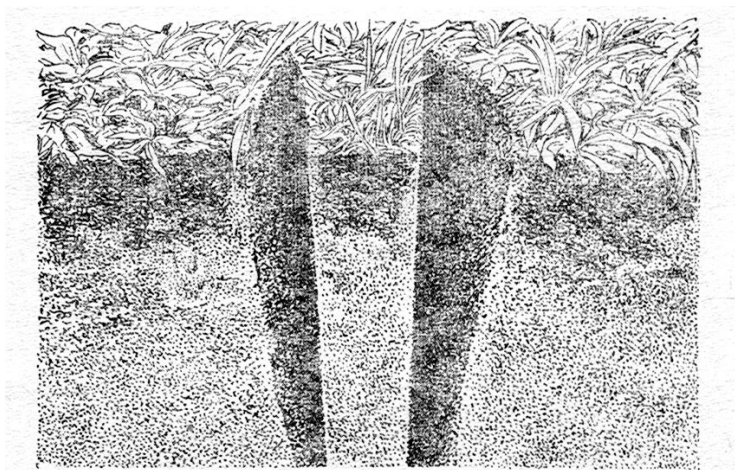


Рис. 17. Вырезание почвенного монолита  
(по Б.Н. Польскому, 1972)

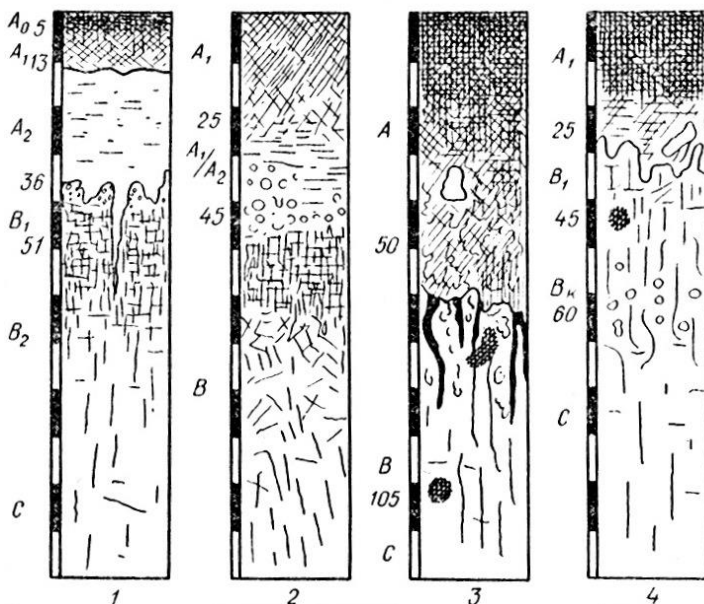


Рис. 18. Схематические зарисовки монолитов некоторых типов почв (по В.В. Добровольскому, 1982):

1 – дерново-подзолистая; 2 – серая лесная почва; 3 – чернозем;  
4 – каштановая почва

### **Фитоиндикация**

В основе фитоиндикации лежит оценка свойств почв по ботаническим показателям отдельных растений или растительных сообществ. В ходе эволюции растения приспособились к условиям обитания и поэтому могут показать различия почвенных условий конкретной местности, с их помощью можно получить отдельные сведения об экологическом состоянии почв (Муравьев с соавт., 2000). Растительные сообщества отзываются на широкий диапазон экологических факторов, прежде всего на эдафические (увлажнение, трофность, засоление, кислотность, уровень залегания грунтовых вод и др.), климатические (температурный и световой режим, тип климата и др.), а также геологические (почво-подстилающие породы, виды полезных ископаемых и др.).

др.). Растительными индикаторами могут быть как отдельные растения и фитоценозы, как уже отмечалось, так и особенности строения и состава растений, которые в силу многосторонних связей с элементами ландшафта, указывают на характер, распределение и изменение условий окружающей среды (Виноградов, 1964).

С помощью растений-индикаторов можно получить сведения о химических и физических свойствах генетических горизонтов почвы, механических препятствиях, находящихся в почве, мощности и глубине почвообразования (Виноградов, 1964) (рис. 19).

Известно, что растения обычно реагируют на засоление корнеобитаемого горизонта, и в частности, горизонта наиболее активной части корневой системы (Виноградов, 1964). Показатели солеустойчивости, определяемые только по засолению поверхностного почвенного горизонта, завышают истинную солеустойчивость растений. Это объясняется тем, что засоление поверхности солончаков при выпотным типе водного режима многократно превышает концентрацию ионов солей в корнеобитаемом горизонте. Поэтому индцировать засоление могут в основном поверхностно корневые растения с залеганием основной массы корней до 0,8–1 м (рис. 20).

Реакция почвенного раствора оказывает разностороннее влияние на растение. Изменение количества ионов  $H^+$  и  $OH^-$  в почвенном растворе изменяет их количество в клеточном соке. В результате этого изменяется процесс поступления питательных веществ из почвы в растение. Повышенная кислотность или щелочность почвенного раствора ухудшает питание растений, прежде всего, нарушается углеводный, белковый и фосфорный обмен. Увеличение концентрации  $H^+$  способствует повышению содержания подвижных форм алюминия, марганца, в отдельных случаях железа, оказывающих токсическое действие на растение.

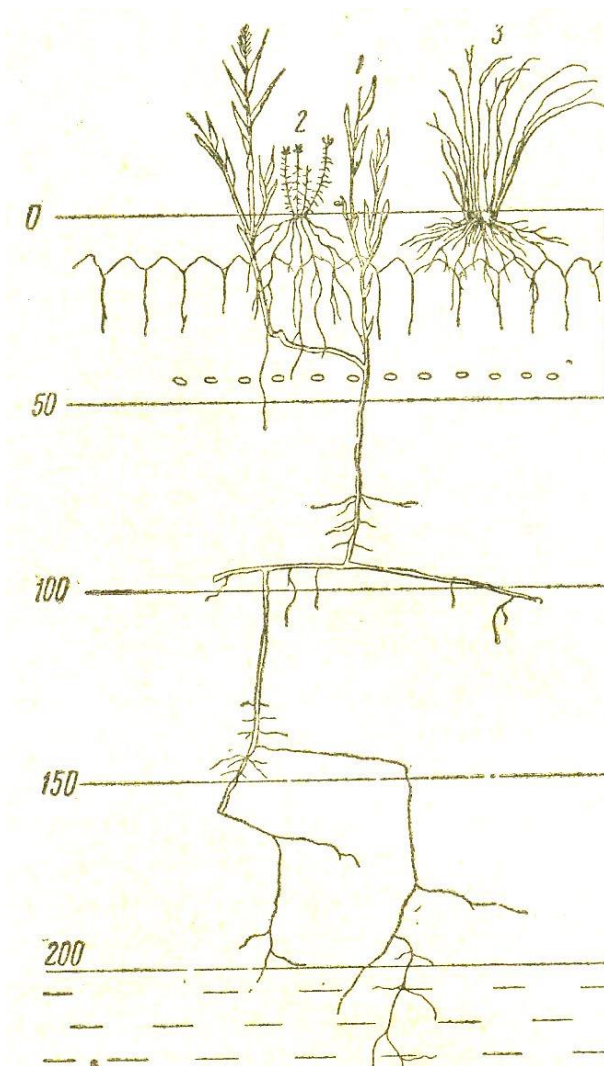


Рис. 19. Ярусная подземная экологическая совмещенность индикаторов на супесчаных солонцевых черноземах юга Западной Сибири  
(по Б.В. Виноградову, 1964):

1 – *Phragmites communis*; 2 – *Galatella trinefolia*; 3 – *Stipa capillata*

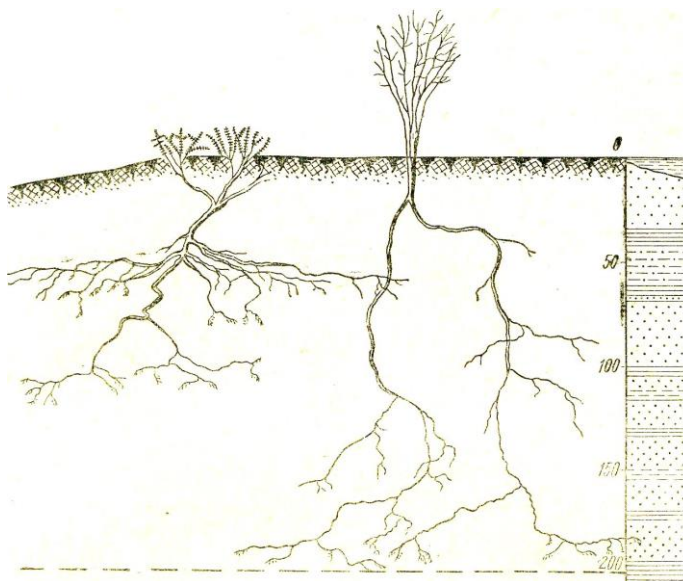


Рис. 20. Псевдогаллофитизм глубококорневых растений  
(по Б.В. Виноградову, 1964):

корневые системы *Halocnemum strobilaceum* (слева) – приурочены к верхним сильнозасоленным горизонтам 50–100 см (плотный остаток 3,79%), а *Lycium turcomanicum* (справа) – к нижним, менее засоленным горизонтам 150–200 см (плотный остаток 1,4%) и слабоминерализованным грунтовыми водами (сухой остаток 4,25 г/л)

Степень кислотности можно установить путем изучения корневых систем (Виноградов, 1964). Корни растений ветвятся особенно сильно, когда условия близки к оптимальным (рис. 21), а в тех горизонтах почвы, которые корни избегают, – это горизонты, неблагоприятные для растения, имеют повышенную кислотность.

По отношению к кислотности почв (Биоиндикация ..., 2016; Климентова, Рассадина, 2018) выделяют 3 основные группы растений: ацидофилы – растения, предпочитающие кислые почвы; нейтрофилы – обитатели нейтральных почв, базифилы – произрастают на почвах со щелочной реакцией среды, например, заросли хвоща свидетельствуют о повышенной кислотности почвы. Растения-индикаторы кислотности почв представлены в таблице 4.

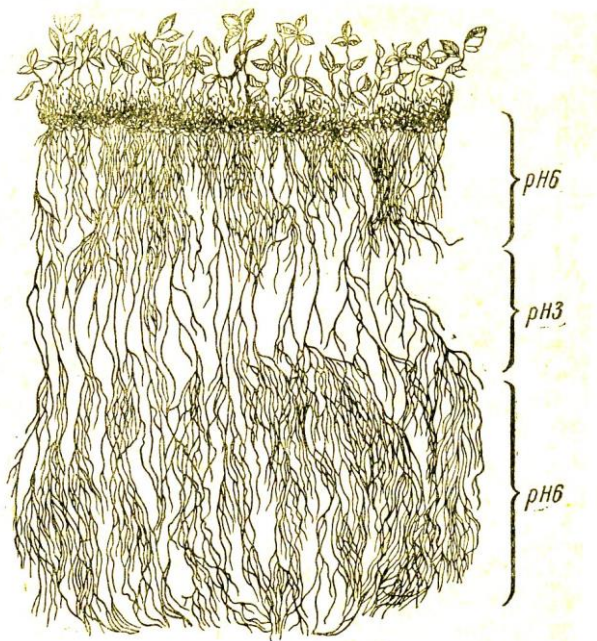


Рис. 21. Изменение густоты ветвления корней *Trifolium pratense* в зависимости от степени кислотности отдельных горизонтов почвенного профиля (по Бейтсу, 1934; из Б.В. Виноградов, 1964)

При оценке экологического состояния почв важно знать не только содержание в них естественных элементов, но и химических соединений, поступающих разными путями в почву. Растения могут чутко реагировать на избыточное содержание химических элементов в почве. Это отражается в их морфологическом облике, анатомическом строении, прежде всего, изменяется окраска листьев, возникают хлорозы, некрозы и др.

Химические элементы создают необходимый режим питания растений, например макро- и микроэлементы регулируют обмен органических и минеральных соединений, способствуют реализации потенциальной продуктивности растений. Химические элементы влияют на многие свойства почвы, на активность микробиологических процессов и др., одновременно изменяют свои свойства под влиянием почвы.

Так в почвах с кислой реакцией среды фосфорные удобрения разлагаются и фосфор переходит в доступную для растений форму. Подобный процесс происходит с карбонатами известковых удобрений. Данный принцип лежит в основе химической мелиорации – известковании кислых почв, направленной на нейтрализацию почвенного раствора.

*Таблица 4*

Растения-индикаторы кислотности почв  
(Л.Г. Раменский, 1956;  
цит. по Е.В. Рассединой, Е.Г. Климентовой, 2016)

Группа растений	Виды-биоиндикаторы	Кислотность почвы
Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи (гилокомиум, дикранум), плауны (булавовидный, годичный, сплюснутый), ожика волосистая, пушица влагалищная, подбел многолистный, кошачья лапка, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, щавелек малый	3,0–4,5
Умеренные ацидофилы	Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный	4,5–6,0
Слабые ацидофилы	Папоротник мужской, орляк, ветреница лютичная, медунца неясная, зеленчук непарный, колокольчик крапиволистный и широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, иван-да-марья, кисличка заячья	5,0–6,7
Ацидофил-нейтральные	Ива козья, мох плеврозиум Шребера	4,5–7,0

Нейтрофильные	Сныть европейская, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, мятлик луговой	6,0–7,3
Нейтрально-базифильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, лапчатка гусиная	6,7–7,8
Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый	7,8–9,0

Важное значение в пищевом режиме растений имеют бор, марганец, медь, цинк, кобальт и др. Содержание данных элементов в растениях колеблется от тысячных до сотых долей процента, в связи с чем их называют микроэлементами. Микроэлементы принимают участие во многих физиологических и биохимических процессах растений. Они – обязательная составная часть многих ферментов, витаминов, ростовых веществ, играющих роль биологических ускорителей и регуляторов сложнейших биохимических реакций. Однако избыточное поступление химических элементов в почву в качестве удобрений, средств защиты или загрязнителей отрицательно сказывается на ее экологическом состоянии. Химические элементы по трофическим цепям поступают в живые организмы, что в конечном итоге через продукты питания негативно воздействует на здоровье человека.

Фитоиндикация позволяет относительно быстро получить информацию об экологическом состоянии почвы. Изучив и оценив внешность листовых пластинок растений на конкретной территории, можно сделать предварительные выводы об экологическом состоянии почвы и наличии какого-либо химического загрязнителя (табл. 5).

Таблица 5

Признаки избыточного содержания некоторых химических элементов в почве  
(по Е.В. Рассединой, Е.Г. Климентовой, 2016)

Элемент	Реакция растений
Цинк	Обесцвечивание и отмирание тканей листа, пожелтение молодых листьев, отмирание верхушечных почек, окрашивание жилок в красный или черный цвет. Первые признаки проявляются на молодых растениях.
Медь	Хлороз молодых листьев. При этом жилки остаются зелеными.
Марганец	Междужилковый хлороз, некроз тканей. Молодые листья искривляются и сморщиваются.
Железо	На молодых листьях хлороз между жилками, которые остаются зелеными. Позднее лист становится беловатым или желтым.
Кобальт	Вдоль основных жилок листа появляются заполненные водой прозрачные участки. Идет некроз ткани. Позднее листья приобретают коричневую окраску и опадают.
Фосфор	Общее пожелтение листьев взрослых растений. Некроз тканей, у старых листьев на конце и по краям появляются некротические пятна.
Магний	Листья слегка темнеют и немного уменьшаются. На поздних стадиях роста их концы втянуты и отмирают.
Калий	На ранних стадиях наблюдается слабый рост растений, удлинение междоузлий, светло-зеленая окраска листьев. На поздних стадиях на листьях появляются сухие пятна, листья вянут и опадают.
Сера	Общее огрубление растений, уменьшение листьев, отвердение стебля. Позднее листья могут скручиваться внутрь, их края становятся

	коричневыми, а затем бледно-желтыми.
Хлор	Общее огрубление растений, листья мелкие, тускло-зеленые. У некоторых растений на старых листьях появляются пурпурно-коричневые пятна и листья опадают.
Азот	Местное повреждение. На краях листьев развивается хлороз, распространяющийся между жилками. Позднее появляется коричневый некроз, листья сворачиваются и опадают.
Кальций	Междужилковый хлороз с беловатыми и некротическими пятнами, которые могут быть окрашены или заполнены водой. Иногда наблюдается рост листовых розеток, отмирание побегов и опадение листьев.
Бор	Хлороз концов и краев листьев, распространяющийся между жилками. Листья становятся бледно-желтыми или беловатыми. На краях листьев наблюдаются ожоги и некроз.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Назовите отдельные внешние признаки почв и их свойства.
2. Объясните, из каких структурных элементов состоят экосистемы почвы.
3. Приведите примеры гранулометрического состава почв.
4. В чем проявляется структурный состав почвы?
5. Какую роль выполняет почвенная влага?
6. Охарактеризуйте общие физические свойства почвы.
7. Каковы основные морфологические показатели почв?
8. В чем заключается практическое значение фитоиндикации?

## **1.2. Охрана почв и оценка экологического состояния**

Проблема биологической продуктивности педосферы неразрывно связана с охраной почв (Добровольский, Никитин, 1986, 2006; Вальков с соавт., 2004а, 2008). Охрану почв принято рассматривать как систему мероприятий, направленную на сохранение, улучшение и рациональное использование земель.

Хозяйственная деятельность человека сопровождается эрозией почв, разрушением промышленностью и строительством, антропогенным засолением, уменьшением содержания гумуса, неразумным использованием химических средств, загрязнением отходами потребления и производства и т. п. Все это влечет за собой негативные экологические последствия не только в почвенном покрове, но и в биосфере.

Почвы находятся в динамическом равновесии с компонентами биосферы. При использовании почв в хозяйственной деятельности они часто теряют плодородие или даже разрушаются (рис. 22). Это происходит там, где деятельность человека является экологически необоснованной, несоответствующей природному потенциалу территории.

Плодородие определяет почву как основное средство сельскохозяйственного производства. Оно обусловлено свойствами почвы как природного тела и особенностями воздействия на нее экологических факторов. Плодородие обычно определяется по отношению к биологической массе выращиваемых растений, а в агроценозах – их урожайностью (Муравьев с соавт., 2000).

Восстановление нарушенных почв требует длительного времени и больших материальных затрат. Известно, что в природных условиях формирование нормально развитого пахотного слоя происходит за длительное время, а для восстановления нарушенного почвенного профиля некоторых типов почв необходимы тысячелетия.

Улучшить плодородие почв можно различными приемами, например, каменистые земли подвергают сидерации с последующим вовлечением их в хозяйственный оборот (Важов, Качкышев, 1997) (рис. 23).



Рис. 22. Внешний вид опустыненной горной почвы на Алтае.  
(Фото В.М. Важова)

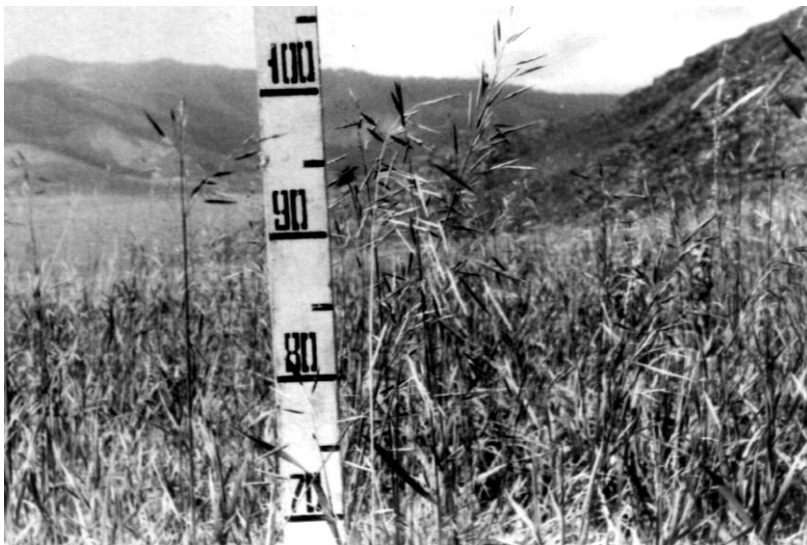


Рис. 23. Горная почва после восстановления плодородия.  
(Фото В.М. Важова)

С эколого-экономической точки зрения более целесообразным является предупреждение негативных изменений почв, чем проведение дорогостоящих работ по их восстановлению. Возможны и необратимые изменения почвы там, где она подвержена интенсивному загрязнению токсичными тяжелыми металлами или радиоактивному воздействию (Мешалкин, 2015). Восстановление плодородия таких почв требует полной замены загрязненного слоя на основе капиталоёмких земельных мелиораций. Экологическая ситуация в Алтайском регионе, особенно в местах добычи золота и других полезных ископаемых, добываемых открытым способом, продолжает оставаться тревожной. Создаются специфические промышленные ландшафты с отвалами пустой породы, изымаются из сельскохозяйственного оборота тысячи гектаров пахотных и сенокосно-пастбищных угодий.

Интенсивное земледельческое освоение территорий, и нередко сопутствующее этому разрушение почв, приводит к опустыниванию (Важов и др., 2009, 2010) (рис. 24).



Рис. 24. Бугры мелкозема в ветровой тени сигнализируют о прогрессирующем опустынивании горных почв.

Фото М.И. Яськова

М.И. Яськовым (2012, 2015) установлено, что основным индикатором опустынивания высокогорной Чуйской котловины на Алтае является уменьшение количества растений на единицу площади и смена видового состава растительности, что связано с хозяйственной деятельностью человека. Наиболее заметные темпы деградации растительного покрова имеют место в окрестностях села Теленгит – Сортогой, где за десятилетний период наблюдений чий блестящий на 70–80% выпал из травостоя. Скудная древесная растительность, также сокращает свой ареал.

Отсутствие молодого подроста древесной растительности связано с недостатком влаги, перевыпасом скота, сенокошением, строительством оросительных систем, полеводством, засолением почв, выжиганием сухого травостоя, а также с жесточайшей конкуренцией травянистой растительности. Подтверждением этому является тот факт, что в тех местах, где хозяйственная деятельность ограничена и нет дефицита влаги, молодой подрост имеет широкое распространение. Примером этому могут служить массивы молодого лиственничного леса по островам и поймам рек Кызылшин (Коштал) и Юстыд (Байзин), к востоку и северо-востоку от районного центра Кош-Агач, а также многие другие участки лимитированного или регулируемого выпаса скота (Яськов, 2012).

Процессы болотообразования, как и процессы засоления, имеют тесную связь с искусственным орошением и наличием водоупорного горизонта из многолетней мерзлоты, который располагается на сравнительно небольшой глубине от дневной поверхности. Водонепроницаемый мерзлый грунт препятствует просачиванию влаги в нижележащие горизонты, ухудшается внутрипочвенный сток, в результате чего возникают процессы застаивания и заболачивания, проявляются мерзлотные явления, формируется мелкобугристый рельеф (Методы ..., 2008; Яськов, 2012).

Ярким примером социального индикатора опустынивания Чуйской котловины служит полная миграция жителей колхоза «Имени М.И. Калинина» из с. Актал (Казахское) в с. Жана Аул (Новое село) (Яськов, 2012). Старый населенный пункт (с. Казахское) был полностью заброшен и жители мигрировали во

вновь отстроенный поселок (Новое село) за десятки километров от первого. Социальная катастрофа произошла в результате прогрессирующего заболачивания и усиливающихся мерзлотных явлений, что было вызвано избыточным орошением колхозных полей в последние годы.

Важным биологическим индикатором опустынивания является оценка масштабов ведения скотоводства на территории Чуйской котловины. Повышенная пастбищная нагрузка скота пагубно сказывается на растительном и почвенном покрове.

Лавинообразные процессы опустынивания, судя по почти идентичным сигнализирующим индикаторам, всегда имеют общие черты, разница лишь в этапах развития процессов опустынивания и их масштабах, как пример, можно привести образование в Калмыкии первой в России пустыни (Яськов, 2012).

В Алтайском крае имеются значительные площади неудобных земель, экологическое состояние которых усугубляется хозяйственным использованием. К тому же, данные земли испытывают негативные природные воздействия, что приводит к усугублению их экологического состояния. Переувлажненные склоновые земли, подверженные оползневым процессам, можно закреплять направленной посадкой черенков или высевом семян влаголюбивых древесных, а также кустарниковых пород по специальной технологии (Панков, Важов, Одинцев, 2011а; Панков, Важов, Одинцев, 2011б).

Воспроизводство плодородия возможно также путем создания искусственного субстрата, одним из компонентов которого являются отходы потребления с последующей высадкой черенков или саженцев растений. С экологической точки зрения такой способ утилизации отходов путем их захоронения под слоем грунта и последующей минерализацией вполне приемлем для окружающей среды (Панков, Важов, Одинцев, 2012).

Несмотря на то, что в почве происходит частичная трансформация многих природных соединений и отходов деятельности человека, не беспредельны ее буферные свойства, выполняющие роль биологического и химического фильтра биосферы.

Установлено, что превышение допустимых нормативов загрязнений вызывает отрицательные изменения в почвах, которые в итоге могут завершиться их деградацией и последующими нарушениями экологического равновесия в биосфере (Добровольский, Никитин, 1986, 2006; Вальков с соавт., 2004б, 2008). Поэтому задачи оценки состояния животного и растительного мира, а также среды обитания человека в целом, непосредственно связаны с оцениванием экологического состояния почв. Она, в отличие от оценки воздушной и водной среды, представляет задачу более трудную по следующим причинам (Муравьев с соавт., 2000):

1. Почва очень сложный объект исследования, что доказано В.И. Вернадским, так как представляет собой "...биокосное тело, которое живет по законам и живой природы, и минерального царства...".

2. Почва – это многофазная открытая система, химические взаимодействия в которой происходят с участием твердых фаз, почвенного раствора, почвенного воздуха, корней растений, живых организмов и др. Постоянное влияние оказывают физические почвенные процессы (перенос влаги, переход ее в разные формы, испарение и т. д.).

3. Опасные загрязняющие почву химические элементы-токсиканты (ртуть, кадмий, мышьяк, селен и др.) являются природными составляющими горных пород и почв. В почвенный покров они поступают из естественных и антропогенных источников, а задачи мониторинга требуют оценки доли влияния лишь антропогенной составляющей. Причем, диапазон встречающихся значений природных содержаний химических веществ в почвах настолько широк и динамичен, что нередко бывает очень сложно установить степень превышения в них исходного уровня содержания химических веществ.

4. Поступление в почву различных химических загрязняющих веществ антропогенного происхождения происходит практически постоянно.

Оценку экологического состояния почв можно рассматривать как часть почвенно-экологического мониторинга, предусматривающего наличие системы наблюдений во времени, обобщение результатов и прогноз состояния почв на

перспективу (Гришина, 1991; Важов, 2015; Экологическое ..., 2017).

В целом, общие задачи оценки экологического состояния почвы следующие (Муравьев с соавт., 2000):

1. Характеристика источника загрязнения и загрязняющих веществ антропогенного характера.

2. Установление значений контролируемых показателей состояния почв и компонентов ландшафта на территории, подверженной антропогенной нагрузке.

3. Определение ареалов почв с ухудшившимися контролируемыми свойствами.

4. Выявление характера действия загрязняющих веществ на почву, а также поиск путей и способов миграции, аккумуляции и трансформации загрязняющих веществ в почве.

5. Оценка пределов устойчивости почв к загрязнению и возможности их самоочищения.

6. Разработка рекомендаций по снижению или ликвидации последствий загрязнений почв.

7. Установление масштабов антропогенных нарушений почв и экономического ущерба, нанесенного биосфере и агропромышленному комплексу.

Почвенный экологический мониторинг может предусматривать решение специальных задач и выполняться на разном уровне (локальном, региональном, глобальном). Объединяет их общая цель: обнаружение неблагоприятных изменений свойств почв при различных видах их использования для своевременного принятия мер по ликвидации негативных явлений.

Почвенное экологическое обследование при мониторинге предполагает использование совокупности методов и приемов исследования свойств почвы как единого природного объекта. Такой подход требует и обоснованного выбора методов оценки. Следовательно, составление программы оценки экологического состояния почвы требует решения следующих вопросов (Муравьев с соавт., 2000):

1. Какие свойства почв подлежат изучению: морфологические, физические, химические, биотические, санитарно-микробиологические и др.

2. Какие показатели воздействия на почвы загрязняющих химических веществ исследуется: прямые и косвенные показатели загрязнения, показатели устойчивости почв к нарушениям и др.

3. Какие экологические связи почвы с другими компонентами природно-антропогенного комплекса оцениваются: воздушной средой, водными объектами, биотой и др.

Перечень контролируемых показателей состояния почв может быть различным в зависимости от уровня проводимых исследований. В первую очередь, объектом изучения должны быть те показатели, которые являются приоритетными для данной местности, а также те, по которым в конкретном месте наблюдается неблагополучие. Например, показателем загрязнения почвы служит уровень накопления в ней токсичного вещества по отношению к его предельно-допустимой концентрации. В первую очередь, необходимо следить за содержанием и составом гумуса, так как это один из универсальных показателей состояния почв, отражающий напряженность биологического круговорота и баланса элементов в условиях многих сфер агропромышленного комплекса. Важно иметь сведения о кислотности почвы с оценкой вклада в нее подвижного алюминия, что позволяет оценивать влияние кислотных осадков, обнаруживать вспышки щелочности, солонцеобразования, последствия применения минеральных удобрений, мелиорантов и др. Важнейшей характеристикой является также состав и концентрации растворимых солей в почвенном растворе, по которым можно судить об опасности вторичного засоления почвы. Кроме того, при оценке экологического состояния почвы могут быть использованы другие показатели.

Будучи системой более устойчивой, чем вода и воздух, почва способна сопротивляться приносу загрязняющих веществ. Однако, когда внешнее воздействие преодолевает это сопротивление, почва несоизмеримо дольше, чем вода и воздух, остается загрязненной и представляет основной источник отрицательного влияния на здоровье человека.

Задачи почвенно-экологического мониторинга конкретизируют задачи экологической оценки почв. В частности,

в общие задачи почвенно-экологического мониторинга входят (Муравьев с соавт., 2000):

1. Контроль за динамикой гумуса, кислотности, солевого состава почв.

2. Контроль за процессами загрязнения почв тяжелыми металлами в зоне влияния местных промышленных предприятий и транспортных магистралей, а также другими видами загрязнений, в частности, отходами потребления.

3. Контроль за динамикой влажности почв в теплое время года, их газовым составом, общими физическими и механическими свойствами, содержанием основных элементов питания и другими свойствами, создающими условия для реализации ее плодородия.

4. Контроль за антропогенными воздействиями, приводящими к деградации почв: эрозией, дегумификацией, засолением, заболачиванием и др.

Показатели, полученные на основе почвенно-экологического мониторинга могут быть использованы для составления базы данных о состоянии плодородия почв, для разработки практических мер по сохранению и повышению структурности почв и других ее важных для земледелия качеств, обеспечению высокой урожайности сельскохозяйственных культур и их продуктивности, практических мероприятий по охране, улучшению и восстановлению почв.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Дайте понятие охране почв.

2. На какие группы делятся задачи оценки экологического состояния почв?

3. Приведите примеры экологически необоснованной, несоответствующей природному потенциалу территории деятельности человека и возникающие при этом последствия.

4. Назовите главные свойства почвы как природного тела.

5. Чем определяется плодородие почвы по отношению к биологической массе растений?

6. Что приводит к разрушению почв и последующему опустыниванию?

7. Что является основным индикатором опустынивания высокогорной Чуйской котловины на Алтае?

8. Почему оценивание экологического состояния почв, в отличие от оценки воздушной и водной среды, представляет задачу более трудную?

9. Решение каких вопросов требует составление программы оценки экологического состояния почвы?

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### *Темы лекций*

1. Развитие экологических представлений о почве.
2. Учение о почвенных экологических функциях.
3. Биогеоценологические функции почв.
4. Общебиосферные функции почв.
5. Охрана и рациональное использование почв как незаменимого компонента биосферы.
6. Красные книги почв России. Кадастр особо ценных почвенных объектов России.

### *Темы семинарских занятий*

1. Почвообразующие процессы.
2. Почворазрушающие процессы.
2. Эрозия почв.
3. Загрязнение почв.
4. Экологическое состояние почв и методы изучения.
5. Фитоиндикация почв.
6. Картирование экологического состояния почв.
7. Охрана почв.

### *Вопросы для самопроверки:*

1. История экологии почв.
2. Вклад русских, советских и зарубежных ученых в развитие науки.
3. Состояние экологии почв как науки на современном этапе.
4. Экология почв как учебная дисциплина.
5. Межпредметные связи.
6. Методы изучения экологии почв.
7. Почва как компонент природно-антропогенного ландшафта.
8. Экологические функции почв.
9. Особенности деградации земель в связи с нарушением их экологических функций.
10. Почва как экологический фактор.
11. Географические закономерности распространения организмов в почвах.

12. Загрязнение почв.
13. Экологическая оценка и мониторинг почв. Биоиндикация.
14. Основные принципы охраны почв.
15. Законодательные и социально-экономические аспекты сохранения почвенного плодородия.

## **2.1. Самостоятельная работа**

Под самостоятельной работой понимают совокупность всей самостоятельной деятельности обучающихся в учебной аудитории или за ее пределами (Юшко, 2001; Бакланова, 2011). Самостоятельная работа реализуется непосредственно на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ. Может предусматривать контакт с преподавателем вне рамок расписания на консультациях, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий в лаборатории и др., или быть бесконтактной – работа в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении учебных и творческих задач. Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются (Организация ..., 2014).

Внеаудиторная самостоятельная работа в своих планах может предусматривать учебную, учебно–исследовательскую, а также научно–исследовательскую деятельность студента. Выполняется во внеаудиторное время под методическим руководством преподавателя, но без его прямого участия.

### ***Виды работы***

К основным видам самостоятельной работы относят аннотирование, реферирование, рецензирование, тезирование, составление тезауруса, эссе и др.

Аннотирование. Аннотация отражает краткие сведения, дающие возможность охарактеризовать содержание, ценность, оформление и другие стороны печатного произведения (Толковый..., 2003; Самостоятельная..., 2013; <http://enc-dic.com/translate/Annotacija-1839.html>). Структура аннотации

включает библиографическое описание, содержательную и рекомендательную часть.

**Реферирование.** Реферат предназначен для идентификации нового, ценного и полезного содержания соответствующего произведения (какого-либо издания или документа) (Самостоятельная..., 2013; <http://enc-dic.com/translate/Annotacija-1839.html>). Реферирование направлено на оценку информации, содержащуюся в первичном документе, не носит критического характера. Реферирование имеет ряд модификаций: сигнальное, оценочное и рекомендательное. Рефераты могут быть следующих видов: реферат-перевод, реферат-рецензия, реферат-иллюстрация, табличный реферат, анкетный реферат, обзорный реферат и др.

**Рецензировать** – критиковать, оценивать, разбирать, оценить достоинство какого-либо произведения (Самостоятельная..., 2013; <http://enc-dic.com/translate/Annotacija-1839.html>). Рецензия составляется по типовой форме объемом до 3 тыс. слов.

**Тезирование.** Тезисы – краткая формулировка основных положений доклада, научной статьи (Самостоятельная..., 2013; [http://www.tepka.ru/uroki\\_russkogo/56.html](http://www.tepka.ru/uroki_russkogo/56.html)). Характеризуются строгой нормативной структурой: преамбула, основное тезисное положение, заключительный тезис. К тезисам предъявляются требования стилистической чистоты и однородности речевой манеры, в тезисах не должно быть эмоционально-экспрессивных определений, вольных трактовок, метафор и прочих включений из других стилей.

**Тезаурус** – разновидность специальных словарей, востребованных при описании отдельных предметных областей (Толковый..., 2003; Самостоятельная..., 2013; <http://enc-dic.com/translate/Annotacija-1839.html>). Тезаурус предполагает составление списка понятий по теме и их значения из разных источников.

**Эссе** – письменная организация мыслей по конкретной теме и ее субъективная трактовка (Самостоятельная..., 2013; [http://www.tepka.ru/uroki\\_russkogo/56.html](http://www.tepka.ru/uroki_russkogo/56.html)). Работа может содержать до 5 тыс. слов.

## ***Мотивация***

Основной мотивирующий фактор самостоятельной деятельности обучающегося – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности (Юшко, 2001; Бакланова, 2011). Основной психологический вклад в мотивацию вносит преподаватель. Активизируют самостоятельную работу такие факторы как:

- полезность. Студент должен быть уверенным в необходимости выполняемой им работы. Он должен знать, в каком качестве будут использованы результаты его деятельности: в учебном, научном, публикационном или в каком-либо другом. Фактор полезности возрастает, если активизируется применение результатов работы в профессиональной подготовке. Для этого студенту необходимо получить задание для выполнения выпускной квалификационной работы на начальном этапе обучения. Это позволит сориентировать самостоятельную деятельность обучающегося не только в аспекте базовых дисциплин, но и курсов по выбору гуманитарной и психолого-педагогической направленности. Появится возможность качественно расширить структуру дипломной работы путем включения дополнительных разделов в ее содержание;

- творческая деятельность. Этот фактор базируется на активном участии студента в исследовательской, проектной, конструкторской или методической работе выпускающей кафедры (научной лаборатории);

- интенсивная педагогика как мотивационный фактор предполагает внедрение в учебный процесс активных методов, таких как игровой тренинг, включающий инновационные и организационно-деятельностные игры. В таких играх осуществляется переход от односторонних частных знаний к многосторонним знаниям об объекте познания, его моделирование с выделением ведущих противоречий, а не просто приобретение навыка принятия решения. Основой такого подхода являются деловые или ситуационные формы занятий, прежде всего, с использованием информационных технологий;

– участие в олимпиадах по обязательным учебным дисциплинам, студенческих конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ и др.;

– использование мотивирующих факторов контроля знаний: накопительные оценочные баллы, рейтинги, тесты, нетрадиционные экзаменационные процедуры и др. Создание преподавателем условий для этих факторов может способствовать состязательности, что положительно влияет на самосовершенствование студента;

– поощрение за достигнутые показатели или санкции за их отсутствие: повышенная стипендия, премия, поощрительные рейтинговые баллы, автоматический зачет (экзамен) или снижение оценки за недобросовестность, несоблюдение сроков выполнения задания;

– личность преподавателя как фактор можно рассматривать в качестве примера с учетом его профессионализма, личных достижений, признания общественностью. Прежде всего, преподаватель может помочь студенту раскрыть творческий потенциал, определить перспективы внутреннего роста.

### ***Организация и формы работы***

Высокая эффективность организации самостоятельной работы обучающихся достигается в условиях высокой активности, самостоятельности и ответственности студентов в аудитории и вне ее при выполнении всех видов учебной деятельности (Юшко, 2001; Бакланова, 2011, 2015). Возможны два основных направления построения учебного процесса на основе самостоятельной работы обучающихся:

– увеличение значимости самостоятельной работы в процессе аудиторных занятий, когда преподаватель совершенствует методики и формы организации этого вида своей деятельности в целях достижения высокого уровня самостоятельности обучающихся и улучшение качества освоения предмета;

– повышение активности студентов по всем направлениям самостоятельной работы во внеаудиторный период обучения. Однако в данном случае довольно часто имеет место неготовность к такой работе многих студентов, эффективность

организации самостоятельной работы сдерживается сложностью в информационном обеспечении учебного процесса вне вуза.

Основа организации самостоятельной деятельности студентов предусматривает создание психолого–дидактических условий развития интеллектуальной инициативы (Юшко, 2001; Бакланова, 2011). При этом цель работы направлена на то, чтобы научить студента осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем повышать свою квалификацию.

Организация самостоятельной работы должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

- внеаудиторная самостоятельная работа;
- аудиторная самостоятельная работа при непосредственном участии преподавателя;
- творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы достаточно разнообразны:

- они могут включать подготовку и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы, которые студенты могут выбрать сами, как и руководителя–преподавателя;

- выполнение заданий вне вуза: решение задач, перевод и пересказ текстов, подбор и изучение литературных источников, разработка и составление различных схем и проектов; выполнение графических работ; проведение расчетов и др.;

- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может быть персональным или групповым: выполнение курсовых проектов; подготовка к участию в научных студенческих конференциях, олимпиадах, конкурсах, смотрах и др.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться на практических занятиях, семинарах, лабораторных практикумах и во время лекций.

При проведении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо практиковать контроль за усвоением материала обучающимися экспресс-опросами по пройденным и рассматриваемым темам, тестированием знаний и др. Различные

виды самостоятельной работы позволяют сделать процесс обучения более интересным и повышают активность студентов.

Практические занятия целесообразно строить следующим образом (Бакланова, 2011):

- вводное слово преподавателя (цель и рассматриваемые вопросы занятия);
- беглый опрос;
- решение 1–2 типовых задач у доски;
- самостоятельное решение задач;
- разбор типовых ошибок при решении в конце текущего занятия или в начале следующего.

Для проведения занятий необходимо иметь базу заданий для самостоятельного решения, они могут быть дифференцированы по степени сложности. В зависимости от объема дисциплины или ее раздела можно использовать два пути:

- давать некоторое количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку выставлять по количеству решенных задач за определенное время;
- выдавать задания с задачами разной трудности и оценку определять за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует каждое занятие оценивать. Оценка предварительной готовности студента к практическому занятию может быть проведена путем экспресс-тестирования с применением тестовых заданий закрытой формы в течение 5–10 минут. При интенсивной работе на каждом занятии деятельность студента можно оценить дважды.

По материалам раздела дисциплины целесообразно выдавать студенту домашнее задание. На последнем практическом занятии подводится итог при помощи контрольной работы, обсуждаются оценки студента, выдаются дополнительные задания студентам, желающим повысить оценку. Результаты выполнения этих заданий повышают оценку уже в конце семестра, рейтинговая оценка на начало семестра ставится по текущей работе, а рейтинговая оценка на конец зачетной недели учитывает все дополнительные виды работ.

При проведении семинаров и практических занятий студенты могут выполнять самостоятельную работу как

индивидуально, так и малыми группами (творческими бригадами), каждая из которых разрабатывает свой проект (задачу). Выполненный проект (решение проблемной задачи) затем рецензируется другой бригадой по круговой системе. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышает роль самостоятельной работы и усиливает стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий направлена на включение в задачи научно-исследовательских элементов, упрощение или усложнение задания.

Активность работы студентов на аудиторных занятиях может быть усилена введением новой формы самостоятельной работы, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свой индивидуальный вариант задания. При этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи, преподаватель дает лишь общие методические указания.

Выполнение самостоятельных заданий на аудиторных занятиях с оценением результатов приучает студентов правильно выполнять расчеты, использовать вычислительные средства и справочные данные. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории дисциплины, без качественного конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Другая форма самостоятельной деятельности на практических занятиях может предусматривать самостоятельное изучение экологических схем, макетов, программ и т.п., которые преподаватель раздает студентам вместе с контрольными заданиями, на которые студент должен ответить во время занятия (Юшко, 2001; Бакланова, 2011).

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при выполнении лабораторного практикума необходимо:

- провести устный или тестовый экспресс-опрос по теоретическому материалу выполняемой лабораторной работы и оценить его;

- проверить задания для выполнения лабораторных работ, подготовленных студентом дома и выставить оценку;
- оценить результаты работы студента в лаборатории;
- проверить и выставить оценку за отчет.

Лабораторная работа должна включать самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может быть не обязательной, а выполняться в виде самостоятельной работы по дисциплине.

### ***Виды контроля***

Существуют следующие виды контроля знаний и умений обучающихся, применяемые при изучении дисциплины (Юшко, 2001; Бакланова, 2011):

- входной контроль в начале изучения дисциплины;
- текущий контроль на аудиторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела дисциплины;
- самоконтроль в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль (зачет, экзамен);
- контроль остаточных знаний через некоторое время после завершения изучения дисциплины.

Рейтинговая система обучения позволяет более объективно отразить в баллах диапазон оценивания индивидуальных способностей студентов при выполнении самостоятельной работы.

В систему рейтинговой оценки включаются дополнительные поощрительные баллы за оригинальность и сроки выполнения заданий самостоятельной работы. У студента имеется возможность повысить рейтинг путем участия во внеучебной работе: в олимпиадах, конференциях, научных кружках и др. Неактивные, отстающие студенты могут получить отрицательные баллы. По итогам завершения изучения дисциплины заработанные студентами баллы переводятся в традиционный пятибалльный уровень: 85–100% максимальной суммы баллов – оценка «отлично», 70–85% – оценка «хорошо»,

50–70% – «удовлетворительно», 50% и менее от максимальной суммы – «неудовлетворительно».

Тестовый контроль знаний и умений студентов эффективен при реализации рейтинговых систем, экономит время преподавателя, дает возможность индивидуализировать процесс обучения путем подбора заданий, позволяет прогнозировать темпы и результативность обучения.

## **2.2. Задания для самостоятельной работы**

### *1. Экология почв как наука о почвенных экологических функциях и их сохранении*

Литература:

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Когда возникла экология почв как наука, с чем это было связано?
2. Что является предметом изучения экологии почв?
3. Перечислите основные исторические этапы экологии почв.

4. Укажите роль отечественных ученых в становлении и развитии экологии почв.
5. Назовите межпредметные связи экологии почв.
6. Раскройте понятие о почвенных экологических функциях.
7. Как соотносятся между собой экология почв и земледельческие отрасли сельского хозяйства?
8. Обоснуйте значимость экологии почв в аграрных отраслях экономики региона.
9. Определите основные биологические идеи современной экологии почв.

## *2. Почва как ресурс органического вещества в биосфере*

### Литература:

Вальков, В.Ф. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты [Текст] / В.Ф. Вальков, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С. И. Колесников, Р.В. Кузнецов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.

Добровольский, Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

Куликов, Я.К. Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биоэкология" / Я. К. Куликов. – Электрон. текстовые дан. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 319 с.

Мешалкин, А.В. Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов н/Д: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами [Электронный ресурс]: учебное пособие

для самостоятельной работы студентов / Т.С. Воеводина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 186 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71350.html>

### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение понятию почва.
2. Как и почему взаимосвязаны человек и почвенные ресурсы?
3. Дайте характеристику актуальным проблемам регулирования использования почвенных ресурсов в регионе.
4. Какова сущность гумусообразования почвы?
5. Назовите значимость органического вещества в биосфере.
6. Назовите основные биотические и абиотические факторы почвообразования.

### *3. Почва как источник вещества и энергии для живых организмов*

#### *Литература:*

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

Вальков, В.Ф. Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

Добровольский, Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

Куликов, Я.К. Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биоэкология" / Я. К. Куликов. – Электрон. текстовые дан. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 319 с.

Лузгин, Б.Н. Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б.Н. Лузгин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение понятию почва – источник энергии для живых организмов.

2. Какова взаимосвязь живых организмов и почвы?

3. Назовите самые важные проблемы энергетики почвообразования. От чего они зависят и как влияют на биоту?

4. В чем преимущество разных типов почв в связи с географической зональностью?

5. Каковы актуальные проблемы почвенного покрова как источника вещества для биоты?

#### *4. Значение почвы в геологическом и биологическом круговоротах*

##### *Литература:*

*Вальков, В.Ф.* Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты [Текст] / В.Ф. Вальков, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Р.В. Кузнецов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Гогмачадзе, Г.Д.* Деградация почв [Электронный ресурс]: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / Г.Д.

Гогмачадзе. – Электрон. текстовые дан. – М.: Московский гос. университет, 2011. – 272 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Куликов, Я.К.* Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биоэкология" / Я. К. Куликов. – Электрон. текстовые дан. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 319 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Раскройте понятие геологического и биологического круговоротов.
2. Каково их значение в биосфере?
3. В чем сущность прямого и косвенного влияния биологического круговорота на почвообразование?
4. Приведите примеры решения экологических проблем на основе использования принципов биологического круговорота.
5. Можно ли регулировать направленность процессов геологического и биологического круговоротов?

## *5. Понятие об основных физических функциях почвы*

Литература:

*Важов, В.М.* География почв с основами почвоведения [Текст]: учебно-метод. пособие / В.М. Важов, Д.М. Панков, Т.И. Важова. – Бийск, 2010.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство/ А. Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г.Муравьева.- СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

*Вопросы для самопроверки*

1. Раскройте понятие «физические функции почвы».
2. Дайте характеристику понятию жизненное пространство.
3. Раскройте понятие жилище и убежище.
4. Дайте характеристику понятию опорная функция.
5. Обоснуйте значимость функции сохранения и депо семян и других зачатков в биоразнообразии.

## *6. Жизненное пространство*

Литература:

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш.

Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Объясните экологическую функцию почвы «жизненное пространство».

2. Укажите роль почвы в фенологических периодах развития растений.

3. От чего зависит абсолютное и относительное содержание корневых систем растений в почве?

4. Какова роль почвы в размещении растительных организмов по природным зонам?

5. Дайте характеристику концентрации корней растений в почве в направлении с севера на юг.

6. От чего зависит глубина проникновения корней в почве?

7. Обоснуйте динамику микроорганизмов в почве в связи зонально-региональными различиями.

8. Как соотносятся между собой разнообразие почвенной среды обитания и смена ярусов?

## 7. Жилище и убежище

### Литература:

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

Вальков, В.Ф. Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

Добровольский, Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

Кленов, Б.М. Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

Мешалкин, А.В. Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

Степановских, А.С. Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

### Вопросы для самопроверки

1. В чем состоят особенности экологической функции «жилище и убежище» для животных, использующих несколько сред?
2. Почему подземные жилища отдельных грызунов имеют многокамерные конструкции?
3. От чего зависят предпосылки благополучия грызунов в ландшафте?

4. Как влияет хозяйственная деятельность человека на расселение некоторых грызунов?

5. Как соотносятся между собой экология грызунов, использующих почву как жилище и профилактика вреда их жизнедеятельности для растений?

## *8. Опорная функция*

Литература:

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Климентова, Е.Г.* Биодиагностика и индикация почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Климентова, Е.В. Рассадина. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70264.html>

*Куликов, Я.К.* Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биоэкология" / Я. К. Куликов. – Электрон. текстовые дан. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 319 с.

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

*Вопросы для самопроверки*

1. Укажите роль опорной функции почвы в формировании биомассы растений.

2. От чего зависит пространственная фиксация растений в почве?

3. Влияют ли изменения опорной функции почвы на морфологические показатели растений?

4. Зависит ли структура фитоценоза от опорной функции почвы?

5. Как соотносятся между собой механические свойства почвы и ее опорная функция?

#### *9. Функция сохранения и депо семян и других зачатков*

Литература:

*Важов, В.М.* Гречиха на полях Алтая [Текст]: монография / В.М. Важов. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2013. – 188 с.

*Важов, В.М.* Основы агротехники гречихи [Текст]: учебное пособие / В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 181 с.

*Важов, В.М.* Продуктивность гречихи в агроценозе [Текст]: монография / В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 415 с.

*Вальков, В.Ф.* Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты [Текст] / В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, Р. В. Кузнецов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Куликов, Я.К.* Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биоэкология" / Я. К. Куликов. – Электрон. текстовые дан. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 319 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. –

Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. –Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство/ А. Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г.Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2–е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

#### *Вопросы для самопроверки*

1. В чем состоит значение функции сохранения и депо семян и других зачатков в агроценозах?

2. От чего зависит длительность сохранения в почве семян растений?

3. Какова роль почвы в адаптации организмов к окружающей среде?

4. Какие факторы почвы влияют на сохранность зачатков организмов в жизнеспособном состоянии?

5. Что лежит в основе богатства и видового разнообразия микроорганизмов в почве?

#### *10. Понятие об основных химических и биохимических функциях почвы*

##### *Литература:*

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

*Вальков, В.Ф.* Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты [Текст] / В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, Р. В. Кузнецов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Климентова, Е.Г.* Биодиагностика и индикация почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Климентова, Е.В. Рассадина. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70264.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство/ А. Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г.Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Степановских, А.С.* Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Укажите роль основных химических и биохимических функций почвы в жизни растений.
2. Дайте характеристику функции почвы как источника питательных элементов для растений.
3. Какова роль почвы в снабжении организмов влагой?
4. Обоснуйте важность функции почвы как источника энергии для биоты.
5. Чем обусловлена функция почвы как стимулятор и ингибитор биохимических процессов?
6. От чего зависит абсолютное и относительное содержание корневых систем растений в почве?
7. Какова роль почвы в размещении растительных организмов по природным зонам?

8. Дайте характеристику концентрации корней растений в почве в направлении с севера на юг.

9. От чего зависит глубина проникновения корней в почве?

10. Обоснуйте динамику микроорганизмов в почве в связи зонально-региональными различиями.

11. Как соотносятся между собой разнообразие почвенной среды обитания и смена ярусов?

## *11. Информационные функции*

Литература:

*Акимова, Т.А.* Экология [Электронный ресурс]: Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 495 с.

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие /Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

*Важов, С.В.* Общая экология [Текст]: учебное пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 193 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Климентова, Е.Г.* Биодиагностика и индикация почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Климентова, Е.В. Рассадина. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70264.html>

*Лузгин, Б.Н.* Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б.Н. Лузгин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Фомин, Г.С.* Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник [Текст] / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М.: Протектор, 2001.

*Шилов, И.А.* Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте характеристику информационным функциям почвы.
2. Какие параметры почвы контролирует данная функция?
3. Какова приуроченность к корневым системам комплекса почвенных организмов и от чего она зависит?
4. Как изменяет засоление или заболачивание почвы смену фитоценозов?
5. Почему почву считают «памятью ландшафта»?

## *12. Санитарная функция*

### *Литература:*

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В.

Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Лузгин, Б.Н.* Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б. Н. Лузгин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007.

Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв [Текст]: учебник / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КолосС, 2008. – 486 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Нормативные данные по предельно-допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды (Справочный материал) [Текст]. – СПб.: «Крисмас+», 2000.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Фомин, Г.С.* Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник [Текст] / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М.: Протектор, 2001.

*Шилов, И.А.* Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами [Электронный ресурс]: учебное пособие

для самостоятельной работы студентов / Т.С. Воеводина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 186 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71350.html>

Экологический мониторинг [Текст]: лабораторный практикум / М.А. Пашкевич, И.Б. Мовчан, Т.А.Петрова, В.С.Кузнецов. – СПб., 2009. – 118 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Укажите роль основных санитарных функций почвы в биосфере.
2. Какова роль участия почвенных организмов в деструкции органики на поверхности почвы?
3. От чего зависит активность деструктивной деятельности микроорганизмов в почве?
4. Что лежит в основе санитарной функции почвы как антисептика?
5. Дайте характеристику особенностям переноса патогенным микроорганизмам в почве.
6. Чем обусловлена функция почвы как разрушителя токсичных продуктов обмена живых организмов?

### *13. Почва как часть литосферы*

#### *Литература:*

*Акимова, Т.А.* Экология [Электронный ресурс]: Человек – Экономика – Биота – Среда : учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 495 с.

*Важов, С.В.* Общая экология [Текст]: учебное пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 193 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Лузгин, Б.Н.* Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б. Н. Лузгин. – Барнаул: Изд- во Алт. ун-та, 2007.

Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв [Текст]: учебник / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КолосС, 2008. – 486 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Фомин, Г.С.* Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник [Текст] / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М.: Протектор, 2001.

Экологический мониторинг [Текст]: лабораторный практикум / М.А. Пашкевич, И.Б. Мовчан, Т.А. Петрова, В.С. Кузнецов. – СПб., 2009. – 118 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. В чем состоит значимость почвы как защитного слоя литосферы?
2. Влияет ли газовый состав почвы на литосферу?
3. Что лежит в основе косвенного и непосредственного участия почвы в биохимическом преобразовании верхнего слоя литосферы?
4. Какова роль участия почв в формировании минералов и полезных ископаемых?

5. В чем заключается роль почв в аккумуляции солнечной энергии?

6. Каким образом воздействие человека на почву может сказаться на литосфере?

#### *14. Почва и гидросфера*

Литература:

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Лузгин, Б.Н.* Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б. Н. Лузгин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007.

Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв [Текст]: учебник / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КолосС, 2008. – 486 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Шилов, И.А.* Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов.– М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

*Вопросы для самопроверки*

1. Какова роль участия воды в формировании почв?
2. В чем заключаются особенности воды как специфического природного образования?
3. Дайте характеристику роли почвы в круговороте воды в природе.
4. Каким образом почва участвует в формировании речного стока?
5. Какова роль почвы в трансформации атмосферных осадков в почвенно-грунтовые воды?
6. Каким образом почвы воздействуют на биологическую продуктивность водотоков и водоемов?

*15. Почва и атмосфера*

*Литература:*

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Лузгин, Б.Н.* Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б. Н. Лузгин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007.

Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв [Текст]: учебник / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КолосС, 2008. – 486 с.

Нормативные данные по предельно-допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды (Справочный материал) [Текст]. – СПб.: «Крисмас+», 2000.

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Шилов, И.А.* Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экологический мониторинг [Текст]: лабораторный практикум / М.А. Пашкевич, И.Б. Мовчан, Т.А.Петрова, В.С.Кузнецов. – СПб., 2009. – 118 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какова роль участия почвы в формировании газового состава атмосферы?

2. Почему газовый состав атмосферы и почвы различен, что на это влияет?

3. Оказывает ли влияние почва на пространственно-временную динамику состава атмосферы?

4. Назовите пути поступления в атмосферу твердых веществ и микроорганизмов почв и кор выветривания.

5. Каким образом почва воздействует на энергетический режим и влагооборот атмосферы?

#### *16. Почва – среда обитания организмов суши*

##### *Литература:*

*Акимова, Т. А.* Экология [Электронный ресурс]: Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 495 с.

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

*Важов, С.В.* Общая экология [Текст]: учебное пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 193 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

Кленов, Б.М. Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

Климентова, Е.Г. Биодиагностика и индикация почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Климентова, Е.В. Рассадина. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70264.html>

Мешалкин, А.В. Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

Реймерс, Н.Ф. Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Почему концентрация живого вещества суши выше, чем в Мировом океане?
2. В чем проявляются особенности пространственной концентрации живого вещества суши?
3. Назовите причины различия продукционного процесса на суше и в океане.
4. Каково соотношение живых организмов суши в континентальной и океанической биосферах?

5. Чем отличается географическая зональность континентальной и океанической биосфер?

*17. Роль почв в дифференциации географической оболочки и биосферы*

Литература:

*Акимова, Т.А.* Экология [Электронный ресурс]: Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 495 с.

*Важов, С.В.* Общая экология [Текст]: учебное пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 193 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Лузгин, Б.Н.* Геоэкология (экология Земли) [Текст]: учеб. пособие / Б. Н. Лузгин. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Шилов, И.А.* Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экологический мониторинг [Текст]: лабораторный практикум / М.А. Пашкевич, И.Б. Мовчан, Т.А.Петрова, В.С.Кузнецов. – СПб., 2009. – 118 с.

*Вопросы для самопроверки*

1. Что понимают под географической оболочкой?
2. Назовите основные закономерности географической оболочки.
3. На каком этапе эволюции географической оболочки сформировались почвы?
4. Какова роль почв в дифференциации географической оболочки?
5. Охарактеризуйте роль почв в биосфере.

*18. Научные основы охраны и рационального использования почв*

*Литература:*

*Акимова, Т.А.* Экология [Электронный ресурс]: Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 495 с.

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

*Важов, В.М.* Гречиха на полях Алтая [Текст]: монография / В.М. Важов. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2013. – 188 с.

*Важов, В.М.* Основы агротехники гречихи [Текст]: учебное пособие / В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 181 с.

*Важов, В.М.* Продуктивность гречихи в агроценозе [Текст]: монография / В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 415 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

*Гогмачадзе, Г.Д.* Деградация почв [Электронный ресурс]: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / Г.Д. Гогмачадзе. – Электрон. текстовые дан. – М.: Московский гос. университет, 2011. – 272 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2013 году» [Текст]. – Барнаул, 2014. – 114 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов-геоэкологов / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Климентова, Е.Г.* Биодиагностика и индикация почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Климентова, Е.В. Рассадина. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70264.html>

Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв [Текст]: учебник/ Ф.Р. Зайдельман. – М.: КолосС, 2008. – 486 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник Т.П. Трушина. – Ростов н/Д: Феникс, изд. 2-е, 2003. – 384 с.

*Фомин, Г.С.* Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник [Текст] / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М.: Протектор, 2001.

Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Т.С. Воеводина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 186 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71350.html>

Экологический мониторинг [Текст]: лабораторный практикум / М.А. Пашкевич, И.Б. Мовчан, Т.А. Петрова, В.С. Кузнецов. – СПб., 2009. – 118 с.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Обозначьте пути рационального использования почв в экономике региона.
2. Определите значимость учета основных свойств почв в биологическом земледелии.
3. Назовите проблемы экологической оценки пахотных почв.
4. В чем заключаются особенности экологического мониторинга почв в луго-пастбищном хозяйстве?
5. Перечислите главные принципы рационального использования и охраны почв.

#### *19. Правовые аспекты сохранения почвенного плодородия*

##### *Литература:*

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2013 году» [Текст]. – Барнаул, 2014. – 114 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

Комментарий к закону Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» [Текст] / С.А. Богомолов, В.Г. Емельянов, Ю.Г. Жариков, И.Я. Панкратов. – М.: Издательская группа «Норма-Инфа-М». – 1999. – 382 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Нормативные данные по предельно-допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды (Справочный материал) [Текст]. – СПб.: «Крисмас+», 2000.

Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности [Электронный ресурс]: монография / В.Ф. Вальков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – 299 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47071.html>

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

*Фомин, Г.С.* Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник [Текст] / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М.: Протектор, 2001.

Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Т.С. Воеводина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 186 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71350.html>

### *Вопросы для самопроверки*

1. Перечислите причины механического разрушения почв и назовите почво-охранные законодательные акты.
2. Дайте понятие о рекультивации почв и назовите ее виды.
3. Назовите причины засоления и заболачивания почв, и каковы возможные пути их устранения?
4. Обозначьте пути рационального использования средств химизации в земледелии.
5. Назовите источники загрязнения почв промышленными и бытовыми отходами, как их обезопасить или утилизировать?

### *20. Понятие о Красной книге почв и Кадастре особо ценных почвенных объектов России*

#### *Литература:*

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Реймерс, Н.Ф.* Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Т.С. Воеводина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 186 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71350.html>

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Назовите причины создания Красных книг почв.
2. Перечислите задачи, решаемые Красными книгами почв.
3. Какие положения лежат в основе создания Красных книг почв?
4. Назовите акты, составляющие правовую базу подготовки Красных книг почв?
5. Дайте определение Кадастру особо ценных почвенных объектов России.

### 3. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

#### Тема 1. Экосистема почвы

*Цель:* ознакомиться с компонентами экосистема почвы.

К занятию подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Дайте определение почве и почвенному плодородию.
2. Какими свойствами обладает почва и какова их экологическая роль в жизнедеятельности организмов?
3. Обоснуйте понятие «почва – среда обитания организмов».
4. Перечислите основные компоненты экосистемы почвы и назовите их роль в формировании почвенного плодородия.
5. Какие существуют различия между почвой и подпочвой?
6. Из чего состоит гумус, почему он разрушается, какие условия необходимы для исключения его утраты?

#### *Практическая часть*

*Задание:*

1. Законспектируйте основные понятия, касающиеся компонентов экосистемы почв. Дайте им объяснение.
2. Используя лекции и справочную литературу, схематически отразите динамику взаимодействия между минеральной частью почвы, детритом, детритофагами и редуцентами.
3. Классифицируйте процессы разрушения и трансформации горной породы в механические элементы, составляющие гранулометрические фракции.
4. В табличной форме отразите показатели, поддерживающие функции экосистемы почв.

*Оборудование:* образцы почв, набор почвенных сит, весы, разновесы.

### *Вопросы для самопроверки:*

1. Назовите критерии оценки экологического состояния пахотного слоя почв.
2. Дайте характеристику состава почвы.
3. Какое влияние оказывает гранулометрический состав на экологические свойства почвы?
4. Каковы особенности, и при каких условиях происходит потеря гумуса, пахотного слоя и в чем выражена суть процесса минерализации?

## **Тема 2. Гранулометрический состав почвы**

*Цель:* научиться производить гранулометрический анализ почвы лабораторным и полевым методами.

К занятию подготовить следующие вопросы:

1. Что называется гранулометрическим составом почвы?
2. Какие частицы называются мелкоземом, а какие скелетом почвы?
3. Как изменяются свойства почвы при уменьшении размера частиц?
4. Как классифицируются почвы по гранулометрическому составу?
5. Какие методы существуют для определения гранулометрического состава?

### *Лабораторно-практическая часть*

*Задание 1.* Подготовка почвенного образца к ситовому лабораторному анализу.

Образец почвы массой 200 г размещают на чистой оберточной бумаге и удаляют из него корни, включения и новообразования. Крупные комки (>1,5 см) разламывают руками или дробят в фарфоровой ступке пестиком до небольших размеров, диаметром не более 1,5 см. Цель такого измельчения – получить более однородный образец и иметь возможность тщательно подготовить почву для взятия средней пробы, которую берут путем квартования. Для этого

измельченный образец почвы после перемешивания располагают на бумаге в виде квадрата или прямоугольника и делят диагоналями линейкой на четыре равные части (рис.25). Две противоположные части – первую и третью общей массой 100 г, используют для анализа.



Рис. 25. Квартование пробы  
(по В.В. Добровольскому, 1982)

### *Ход работы*

Проверив правильность расположения сит в наборе (рис. 26), навеску высыпают на верхнее сито, набор закрывают крышкой и несколько раз встряхивают. Затем на левую руку ставят поддон, правой рукой прижимают крышку и делают быстрые круговые движения руками с периодическим постукиванием правой рукой по крышке. При этом набор сит должен быть расположен не в горизонтальной плоскости, а с наклоном в разные стороны, так как просеивание может быть неполным из-за задержки частиц почвы у краев сит.

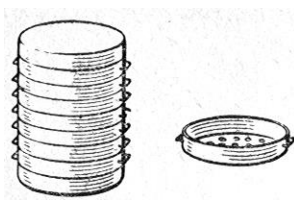


Рис. 26. Стандартный набор сит  
(по В.В. Добровольскому, 1982)

Из каждого сита (начиная с сита, имеющего отверстия 10 мм) высыпают на бумагу оставшиеся на нем частицы. Мелкие частицы, застрявшие на ситах 0,5 и 0,25 мм, вычищают жесткой кисточкой. Материал из каждого сита переносят в пакетик, после чего определяют массу содержащейся в нем почвы (каждой гранулометрической фракции).

Полученные цифры суммируются в таблице, допускается ошибка анализа  $\pm 0,5\%$ .

Полученные величины одновременно переводят в процентное содержание отдельных фракций. Эти данные сводят в таблицу по предлагаемой форме:

Фракция частиц, мм	Масса, в г	Содержание, в %
>10		
10–7		
7–5		
5–3		
3–1		
1–0,5		
0,5–0,25		
0,25		
Сумма		

В тетрадь записывают вывод о гранулометрическом составе анализируемой почвы (в мм) на основе классификации почвенных частиц по Н.А. Качинскому:

камни – частицы размером крупнее 3;

гравий – от 1 до 3;

песок – от 0,25 до 1;

пыль – от 0,001 до 0,25;

ил (глина) – частицы меньше 0,001.

*Задание 2.* Определение гранулометрического состава почвы полевым методом.

Гранулометрический состав почвы ориентировочно можно определить на ощупь. Это делается следующим образом. Щепотка почвы тщательно растирается пальцем на ладони. Супесчаные почвы растираются легко. При этом обнаруживается незначительное количество мягкого пылевато-глинистого материала. Песчаные почвы полностью лишены глинистых частиц. Глинистые почвы растираются с трудом и после растирания появляется значительное количество пылевато-глинистых частиц.

Определение гранулометрического состава почвы на ощупь можно дополнить методом раскатывания увлажненной почвы по Н.А. Качинскому. Небольшое количество почвенного материала

смачивается водой до консистенции густой вязкой массы. Затем эта масса скатывается в шарик диаметром 2–3 см, шарик раскатывается в шнур, который затем сгибается в кольцо. Если почва глинистая, шнур при сгибании в кольцо не ломается и не растрескивается. Шнур из суглинистой почвы при сгибании в кольцо разламывается. Из супесчаной почвы можно получить только непрочный, легко рассыпающийся шарик, шнур из которого сформировать нельзя (рис. 27).

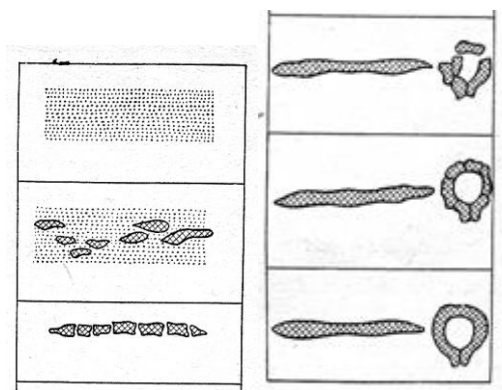


Рис. 27. Показатели определения гранулометрического состава почвы в поле методом раскатывания (по В.В. Добровольскому, 1982):  
сверху вниз: шнур не образуется – *песок*; зачатки шнура – *супесь*; шнур дробится при раскатывании – *легкий суглинок*; шнур сплошной, кольцо при свертывании распадается – *средний суглинок*; шнур сплошной, кольцо с трещинами – *тяжелый суглинок*; шнур сплошной, кольцо цельное – *глина*

Ход работы и ее результаты записывают в рабочую тетрадь. Полученные данные оформляют в виде выводов по результатам анализа. В качестве обобщения результатов работы на миллиметровой бумаге необходимо вычертить кривую гранулометрического состава почвы.

*Оборудование:* образцы почв, бумага масштабная, весы технические, стандартный набор сит, ступка, лист бумаги.

### *Вопросы для самопроверки:*

1. Какие части выделяют в гранулометрическом составе плейстоценовых отложений?
2. Для какого генетического типа плейстоценовых отложений характерно наличие большого количества грубообломочного материала?
3. Назовите почвообразующие породы в зависимости от содержания в них высокодисперсных частиц.
4. Как проявляются экологические свойства почвы в зависимости от гранулометрического состава?
5. Объясните, почему песчаные почвы на 1-3°C теплее глинистых? В чем состоит экологическая значимость этого явления для агроценозов?

### **Тема 3. Структурный состав почвы**

*Цель:* научиться определять структурный состав почвы по величине структурных отдельностей и водопрочность агрегатов.

К занятию подготовить следующие вопросы:

1. Дайте понятие структурности почвы, объясните принципы ее формирования и экологическое значение для растений.
2. Назовите классификацию структурных отдельностей по размерам.
3. Дайте характеристику структурных отдельностей.
4. Назовите агропроизводственное значение структурности почвы и укажите особенности формирования структурных отдельностей для различных типов почв.

### *Лабораторно-практическая часть*

Агрегатный (структурный) анализ дает возможность установить относительное содержание в почве агрегатов, состоящих из смеси различных частиц. При проведении анализа не рекомендуется растирать и применять энергичное вращение

сит. Это приведет к разрушению агрегатов и получению необъективных результатов.

*Задание 1.* Определение структурного состава почвы сухим просеиванием по методу Н.И. Саввинова.

Определение структурного состава почвы производится просеиванием образца почвы через специальный набор сит с различными по диаметру отверстиями в 0,25; 0,5; 1, 2, 3, 5, 7 и 10 мм. Такие сита ставят одно на другое и просеивают почву сразу через все сита.

### *Ход работы*

1. Сита расположить таким образом, чтобы диаметр их отверстий постепенно убывал.

2. Установить под ситами поддон.

3. Из образца воздушно-сухой почвы, после удаления крупных корней растений, взять навеску с точностью до 0,1 г массой около 300–350 г.

4. Поместить навеску на верхнее сито и наклоня набор сит круговым движением просеять почву.

5. Определить массу структурных фракций, оставшихся на ситах и прошедших в поддон, записать ее. Очевидно, что на верхнем сите будут структурные отдельности размером больше 10 мм (фракция 10), на сите с размером отверстий в 7 мм – структурные отдельности размером менее 10 мм (фракция 10–7 мм) и т.д. В поддоне будет находиться практически распыленная часть почвы с размером мельчайших частичек меньше 0,25 мм (фракция <0,25 мм).

6. Рассчитать процентное содержание в почве структурных отдельностей по фракциям.

$$\text{Формула для расчета: } X = \frac{A \cdot 100}{P},$$

где X – процентное содержание структурных отдельностей фракции;

A – масса (г) структурных отдельностей данной фракции;

P – масса (г) почвы, взятой для просеивания (навеска).

Форма для записи результатов анализа приведена ниже:

Показатель	Размеры фракции (в мм)							
	10	10– 7	7– 5	5– 3	3– 2	2– 1	1– 0,5	0,5– 0,25
Масса фракции (в г) Содержание фрак- ции (в %)								

Оценка результатов определения проводится по следующей схеме:

С агропроизводственной точки зрения наиболее ценные структурные отдельности размером от 1 до 5 мм. Поэтому, прежде всего, следует установить процентное содержание в почве структурных отдельностей (агрегатов) этого размера, что определяется суммированием фракций 1–2 мм, 2–3 мм, 3–5 мм. Чем больше в почве будет содержаться структурных отдельностей указанного размера, тем почвы лучше. Какие-либо градации достоинства почв, в зависимости от того или иного содержания в ней структурных отдельностей, установить трудно. Однако нужно иметь в виду, что почвы с хорошей структурой содержат агрегатов размером от 1 до 5 мм более 80%, со средней – от 50 до 80%, с плохой – менее 50%.

При оценке результатов структурного анализа следует принимать во внимание размер преобладающей фракции. Если преобладают структурные отдельности размером больше 10 мм, то такая почва имеет глыбистый характер, если преобладает фракция меньше 0,25, то почва чрезмерно распылена и бесструктурна.

В тетради по лабораторно-практическим занятиям составить краткий отчет о проделанной работе.

*Задание 2.* Определение водопрочности по методу Н.Н. Никольского.

### *Ход работы*

1. Провести просеивание почвы на ситах с ячейками от 1 до 10 мм.

2. Из каждой фракции агрегатов взять по 10 шт. (в зависимости от их крупности).

3. Приготовить необходимое количество чашек Петри.

4. В каждую чашку поместить структурные отдельности одной фракции равномерно, на равном расстоянии.

5. Осторожно добавляя воду в чашки, довести ее уровень до 2 см над агрегатами.

6. Оставить чашки стоять 20 минут.

1. Подсчитать количество прочных агрегатов каждой фракции. Прочными считаются агрегаты, которые после 20-минутного размачивания при слабом и осторожном перемещении их стеклянной палочкой не распадаются.

2. Вычислить процент водопрочных агрегатов по формуле:

$$A = \frac{a \cdot 100}{b},$$

где А – содержание водопрочных агрегатов в данной фракции (в %);

а – количество сохранившихся агрегатов (в шт.);

в – количество взятых для анализа агрегатов (в шт.).

Результаты записать по следующей форме:

Показатель	Размеры фракции, мм					
	10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1
Взято агрегатов для определения (в шт.)						
Сохранилось агрегатов после 20 мин. размачивания (в шт.)						
Процентное содержание водопрочных агрегатов во фракции						

Очевидно, что чем больше содержание в почве водопрочных агрегатов, тем выше ее агропроизводственная ценность.

Результаты определения водопрочности почвенной структуры должны быть представлены и в виде графика. На

вертикальной оси откладывается процентное содержание водопрочных агрегатов, а по горизонтальной – размер структурных отдельностей.

*Оборудование:* образцы почв, набор почвенных сит, весы, разновесы.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Что понимается под структурностью и структурой почвы, в чем различие?
2. Назовите и охарактеризуйте основные виды почвенной структуры.
3. Какими природными и антропогенными факторами обуславливается образование структуры?
4. В чем состоит экологическое значение структуры почвы для различного ассортимента культурных растений?
5. Какие почвы характеризуются высоким содержанием водопрочных агрегатов, какова их экологическая роль в полеводстве?
6. Обоснуйте экологическое значение водопрочных агрегатов в составе переувлажненных почв.

#### **Тема 4. Почвенная влага и водные свойства почвы**

*Цель:* ознакомиться с основными методами определения влажности почвы, водных свойств почвы и расчетами запасов воды в почве.

К занятию подготовить следующие вопросы:

1. В чем заключается значение атмосферных осадков для процессов почвообразования?
2. Назовите формы воды в почве и их экологическую роль для растений.
3. Дайте определение следующим понятиям: водоподъемная способность, водопроницаемость, водовместимость и испаряющая способность почвы.

4. Что называется водным балансом почвы, каковы различия приходных и расходных статей в разных природных зонах Алтайского региона? Влияет ли это на экологию почв?

### *Лабораторно-практическая часть*

*Задание 1.* Определение полевой влажности почвы. Метод высушивания в сушильном шкафу (по С.Д. Лысогорову).

Наиболее широкое применение в практике получил *весовой метод (метод высушивания в сушильном шкафу)* при атмосферном давлении.

### *Ход работы*

Специальным почвенным буром извлекают из почвы образцы с разных глубин. В зависимости от задач, интересующих исследователя, образцы берут с глубины одного-двух метров и глубже. Если бурение ведется до одного метра, что встречается наиболее часто, то образцы отбирают с каждого десятисантиметрового слоя.

В связи с тем, что в поле почва увлажнена неравномерно, вследствие пестроты физического состояния, микрорельефа, условий полива и других причин, образцы берут в четырех повторениях.

Образец почвы массой 30–80 г помещают в алюминиевые стаканчики-бюксы с плотно закрывающимися крышками. Бюксы помещают в ящики с ячейками и доставляют в лабораторию. В лаборатории бюксы взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Перед взвешиванием проверяют правильность работы весов.

Перед тем, как поставить бюкс на весы, необходимо удалить прилипшие частички почвы на наружной поверхности стаканчика сухой тряпочкой, снять крышку и надеть ее на дно бюкса. После взвешивания бюксы помещают в сушильный шкаф с электрическим подогревом и терморегулятором. При этом сначала ставят бюксы на верхнее отделение сушильного шкафа, затем – на среднее и в последнюю очередь, – на нижнее. Если в момент помещения бюксов в шкаф случайно рассыпется почва, то при такой последовательности загрузки шкафа почва

не попадает в другие бюксы и не приведет в негодность взятые почвенные образцы.

После заполнения шкафа бюксами его включают в электросеть и доводят температуру до 105°C. При такой температуре высушивание продолжают 7–8 часов. Затем шкаф отключают и, охлаждая бюксы до такой степени, чтобы их можно было взять в руки, вынимают из шкафа, закрывают крышками и помещают в эксикатор, на дно которого предварительно помещают хлористый кальций. Сначала вынимают бюксы с нижней полки, затем – со средней и в последнюю очередь – с верхней.

После охлаждения в эксикаторе бюксы взвешивают на технических весах. Разница в массе сырой навески почвы и после высушивания характеризует содержание воды во взятой пробе почвы.

Масса испарившейся воды в образце (p), отнесенная к массе сухой почвы (P) и умноженная на 100, определяет влажность почвы (W) в процентах к массе сухой почвы:

$$W = \frac{p \cdot 100}{P}.$$

Влажность, измеренную в весовых процентах, называют *абсолютной влажностью*.

Весовой метод определения влажности почвы наиболее точный и является *стандартным*. Он позволяет получать результаты с относительной ошибкой не более 0,5%.

Весь ход определения влажности почвы записывают в тетрадь по следующей форме:

Влажность почвы \_\_\_\_\_ под \_\_\_\_\_  
(дата) (культура)

Вариант	Повторность	Слой почвы, см	№ бюкса	Масса пустого бюкса	Масса бюкса с почвой до сушки, г	Масса бюкса с почвой после сушки, г	Масса испарившейся воды, г	Масса сухой почвы, г	Влажность почвы, %	Средняя влажность почвы, %
А	1	0-10 10-20 20-30 30-40 и т.д.	31	25,27	66,04	59,48	6,56	34,21	19,2	

Пример расчета:

Масса пустого бюкса (тара) – 25,27 г.

Масса бюкса с почвой до высушивания – 66,04 г.

Масса бюкса с почвой после высушивания – 59,48 г.

Количество испарившейся влаги равно:  $66,04 - 59,48 = 6,56$

г.

Масса сухой почвы составляет:  $59,48 - 25,27 = 34,21$  г.

Влажность почвы равна:  $\frac{6,56 \cdot 100}{34,21} = 19,2\%$ .

Определив процент влажности почвы в каждом образце, рассчитывают среднюю влажность. Для этого значения влажности по слоям надо сложить и затем разделить на число повторений.

Рассчитав средние значения влажности по каждому слою почвы, их в свою очередь суммируют по слоям, делят на число слоев и узнают среднее значение влажности почвы в толще почвогрунта, которое используется при расчетах запасов влаги в почве и нормы полива.

### *Метод ускоренной сушки (по И.С. Грабовскому)*

Весовой метод определения влажности почвы трудоемок и малопроизводителен. На определение влажности затрачивается значительное количество времени, рабочей силы и электрической энергии. Этим методом нельзя получить результаты в короткий срок.

И.С. Грабовский предложил видоизменение весового метода определения влажности, заключающееся в том, что сушка образца проводится при температуре 140–150°C. Процесс высушивания образцов при этом продолжается 2–2,5 часа, что позволяет ускорить проведение анализа.

Проверка метода отечественными и зарубежными авторами показала, что при ускоренной сушке влажность оказывается выше, чем при обычной сушке на 0,1–6%. Эта разница находится в пределах ошибки, с которой определяется влажность почвы стандартным методом.

Учитывая значительную экономию времени и электрической энергии, метод ускоренной сушки при температуре 150°C можно применять в производственных целях для определения влажности песчаных, супесчаных и суглинистых почв с невысоким содержанием гумуса.

### *Определение влажности каменистой почвы (по Ф.Р. Зайдельману)*

В зависимости от целей исследования почвенные пробы извлекают из полуметровой или метровой глубины каменистой почвы по слоям или по генетическим горизонтам. В практике горного земледелия образцы чаще отбирают из стенок свежевыполненного разреза до глубины 0,5 м через 10 см. На неразвитых почвах отбор проб на влажность в гумусовом слое берут через 5 см. Это позволяет точнее уловить динамику почвенной влаги и определить ее расход.

Горные почвы имеют значительную пестроту физического состояния, поэтому образцы отбирают в 4–х кратной повторности на постоянно закрепленной площадке.

Почвенную пробу массой 50–80 г с помощью ножа и совка извлекают из стенки разреза, поскольку применение бура на

каменистой почве исключено, быстро убирают крупные каменистые отдельныености, помещают в специальный алюминиевый бюкс и плотно закрывают крышкой.

Известно, что влагоемкость каменистых фракций практической значимости не имеет, поэтому расчет влажности каменистой почвы в целом можно определять исходя из влажности мелкозема. Отобранные пробы доводят до абсолютно-сухого состояния, выделяют из них оставшиеся каменистые фракции путем просеивания через сито с диаметром отверстий 3 мм. Затем взвешивают массу находящихся на сите камней.

Влажность мелкозема каменистой почвы в весовых процентах ( $B_m$ ) рассчитывается по следующему уравнению:

$$B_m = \frac{[(B_{об} - B_k) - (B_c - B_k)] \cdot 100}{B_c - B_k} = \frac{(B_{об} - B_c) \cdot 100}{B_c - B_k},$$

где  $B_{об}$  – общая масса сырой пробы в бюксе, г;

$B_c$  – масса сухой пробы, г;

$B_k$  – масса камней, г.

Запас влаги ( $З_{вл}$ ) для какого-либо слоя каменистой почвы можно рассчитать по формуле:

$$З_{вл} = \frac{H \cdot A_m \cdot B_m \cdot D_v}{100} \text{ м}^3/\text{га},$$

где  $H$  – мощность слоя почвы, см;

$D_v$  – доля мелкозема от общей массы каменистой почвы, %:

$$D_v = \frac{(M_{об} - M_k) \cdot 100}{M_{об}}.$$

Взвешенные бюксы с почвой помещают в электрический сушильный шкаф с регулятором температуры. Заполнение сушильного шкафа бюксами важно производить в определенной последовательности – начиная с верхней полки и до нижней, как было сказано выше. Заполненный шкаф включают, доводят температуру до 105°C и при данном режиме бюксы выдерживают 8

часов. После высушивания шкаф охлаждают до такой степени, чтобы бюксы можно было взять рукой, закрывают их крышками и помещают в эксикатор с хлористым кальцием. Последовательность выемки бюксов обратная, то есть начинают вынимать бюксы с нижней полки, затем со средней и только после этого – с верхней.

Охлажденные в эксикаторе бюксы взвешивают, затем определяют содержание воды во взятой пробе. Весь ход работы записывают по форме:

Слой почвы, см	№ бюкса	Масса, г					Влажность почвы, %  $\frac{B-A}{B-A} \cdot 100$
		пустого бюкса, А	бюкса с почвой до сушки, Б	бюкса с почвой после сушки, В	испарившейся влаги, Б - В	сухой почвы, В - А	
0-5	81	33,82	75,28	71,89	3,39	40,07	8,5
	53	32,26	86,29	81,66	4,63	49,40	9,4
	56	23,98	63,56	59,76	3,80	35,78	10,6
	100	31,71	74,81	70,72	4,09	39,01	10,5
	63	34,02	79,41	74,36	-	-	-

продолжение

Средн. влажн. почвы, % ВВ	Слой почвы, см	Наименьшая влагоемкость, % НВ	Плотность, г/см <sup>3</sup> О <sub>м</sub>	Весовая влажность, % ВВ	Влага в объемных процентах, О <sub>м</sub> · ВВ	Влага в долях от наименьшей влагоемкости ВВ/НВ
9,7	0–5	21,2	1,28	9,7	12,42	0,46
	5–10	17,9	1,31			
	10–20	14,7	1,52			
	20–30	12,3	1,71			

Запасы влаги в почве по слоям:

0–10 см	...	...
10–30 см	...	...
0–30 см	...	...

Известны упрощенные методы изучения влажности почвы. Они менее точны, но вполне приемлемы для ориентировочных определений непосредственно в поле и доступны широкому кругу исследователей.

#### *Органолептический метод определения влажности почвы*

В его основу С.В. Астапов положил способность почвы при разном содержании влаги формировать комки, шарики или шнуры. Так, темно-каштановая тяжелосуглинистая почва при влажности около 15% сухая, в комок не формируется, рассыпается; при влажности 16–20 % – слегка влажная, формируется комок, шарики или шнуры рассыпаются; при влажности 21– 25 % – влажная, хорошо формируется комок, шарики и шнуры рассыпаются; при влажности более 25% – сырая, легко формируется комок, шарики прочные, шнуры раскатываются длинные. Определение влажности почвы этим методом позволяет получать результаты с точностью 3%.

*Определение влажности почвы  
по нижнему пределу ее пластичности*

В основе данного метода В.Е. Кабаев использовал принцип пластичности почвы, то есть свойство почвы при различном содержании влаги изменять форму под давлением, не подвергаясь разрыву. Верхним пределом пластичности является текучее состояние почвы, нижним – появление трещин на почве при сжатии.

Опытным путем В.Е. Кабаев установил определенную закономерность, когда почвы разного гранулометрического состава при нижней границе пластичности формируют с единым количеством воды шарик одинакового диаметра. Например, если 3 г воды смешать с сухой почвой, то при замешивании можно скатать шарик диаметром 24 мм. Этот шарик является эталоном. Если изготовить плотный шарик из какой-либо почвы с 3 г воды, то объем его будет зависеть от первоначальной влажности анализируемой почвы. По разности объемов устанавливают влажность почвы, взятой для анализа.

Работу выполняют в следующей последовательности. Точно тарированная на 3 см<sup>3</sup> пробирка заполняется водой, затем вода переливается в фарфоровую чашку.

Анализируемую почву с кончика ножа постепенно подсыпают в чашку при постоянном перемешивании до тех пор, пока она не приобретет пластичное состояние. Затем замешивают в чашке, добавляя дополнительное количество исследуемой почвы до предельно крутого состояния, формируют из нее шарик. Почву необходимо добавлять, если шарик получился мягкий до тех пор, пока не появятся на его поверхности мелкие трещины (состояние нижней границы пластичности). На скатывание одного шарика затрачивается не более 4 мин. Для ускорения работы можно изготовить шарики из всех генетических горизонтов, так как при высыхании шарики практически не изменяют своего объема.

Влажность почвы ( $B_n$ ) рассчитывают по формуле:

$$B_n = \frac{B_{пол} \cdot (O - O_o)}{O},$$

где  $B_{пол}$  – полевая влагемкость, %;

$O_0$  – объем шара сухой почвы – эталон,  $\text{мм}^3$ ;

$O$  – объем шара исследуемой почвы,  $\text{мм}^3$ .

Запись результатов определения ведут по форме:

Образец	Повторность	Диаметр шара, мм	Объем шара исследуемой почвы, $\text{мм}^3$	Объем шара сухой почвы, $\text{мм}^3$	Влажность почвы, %	Средняя влажность почвы, %
1	1	40	33493	7237	15,7	
	2					
	...					
2	1					
	2					
	3					
	4					
...	...					

На основе формулы В.Е. Кабаевым составлена таблица, пользуясь которой легко определить процентное содержание влаги в полевых условиях для разных типов почв, предварительно удалив из пробы каменные отделимости.

#### *Задание 2. Определение гигроскопической влаги.*

*Гигроскопическая влага* представляет собой молекулы водяного пара, сорбированные твердой фазой почвы из приземного слоя воздуха. Поэтому гигроскопическую влагу удобно определить в почве, из которой удалены свободная и пленочная вода. Такое состояние почвы, называемое воздушно-сухим, достигается в том случае, когда почва длительное время находилась в сухом помещении (например, в специальном кабинете или в лаборатории). Гигроскопическая влага удаляется из почвы при нагревании ее до температуры немногим более  $100^\circ \text{C}$ .

### *Ход работы*

1. Методом квартования отбирают среднюю пробу почвы, находящуюся в воздушно-сухом состоянии.

2. На технических весах берут навеску 5 г из массы средней пробы, переносят в фарфоровую чашку известной массы и диаметром около 5 см (или в бюкс со снятой крышкой) и помещают в термостат с температурой 100–105° С.

3. Через 1,5–2 часа извлекают тигельными щипцами фарфоровую чашку и помещают в эксикатор. После охлаждения определяют массу чашки с почвой. Повторяется эта операция с 30-минутной выдержкой чашки в термостате. Если масса не уменьшилась, можно рассчитывать гигроскопическую воду.

4. Содержание гигроскопической воды (W) вычисляют по формуле:

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \cdot 100\% ,$$

где  $P_0$  – масса фарфоровой чашки без почвы, г;

$P_1$  – масса фарфоровой чашки с почвой до высушивания, г;

$P_2$  – масса фарфоровой чашки с почвой после высушивания,

г.

*Задание 3. Определение полной влагоемкости почвы.*

*Полной или наибольшей влагоемкостью* называется максимальное количество воды, которое способна удержать почва. Такое состояние наступает при длительном поступлении в почву избыточного количества воды, например, во время половодья или в период затяжных дождей.

Теоретически полная влагоемкость должна быть равна суммарному объему пор почвы. Поэтому полную влагоемкость можно определить по величине порозности. Однако в действительности, при полном насыщении почвы водой в результате растворения некоторых соединений, набухания почвы и других явлений величина полной влагоемкости отличается от объема пор воздушно-сухой почвы.

Представление о полной влагоемкости можно получить, насыщая водой образец почвы с нарушенной структурой.

### *Ход работы*

1. Стекланную трубку диаметром 2–3 см, длиной 15 см, с одного конца обвязывают марлевой салфеткой, под которую подкладывают бумажный фильтр и определяют массу на технических весах.

2. Трубку заполняют слегка измельченным почвенным материалом до отметки 10–12 см. Для уплотнения почвы нижним концом трубки осторожно постукивают о листовую резину.

3. Для определения гигроскопической влаги в фарфоровую чашку берут навеску почвы в 5 г.

4. Определяют массу трубки с почвой на технических весах. Разность второго и первого определения составляет массу почвы.

5. Трубку медленно погружают в сосуд с водой таким образом, чтобы уровень воды был на 1 см выше отметки на трубке и оставляют ее в данном положении на 15 мин.

6. Спустя указанное время, трубку с почвой извлекают из воды и вертикально закрепляют в штативе на 1 мин., чтобы дать возможность стечь избытку воды.

7. Затем трубку снимают со штатива, протирают снаружи фильтровальной бумагой для удаления оставшейся воды и определяют массу на технических весах.

8. Расчет воды, удерживаемой почвой после насыщения, производят по формуле:

$$A = \frac{P_3 - P_2}{P_2 - P_1} \cdot 100\%,$$

где А – количество воды, удерживаемое почвой после насыщения, %;

$P_1$  – масса трубки, г;

$P_2$  – масса трубки с почвой, г;

$P_3$  – масса трубки с почвой после ее насыщения водой, г;

$P_2 - P_1$  – масса почвы, г;

$P_3 - P_2$  – масса воды в почве после насыщения, г.

9. Далее определяют гигроскопическую влагу.

10. Полную влагоемкость ( $W_{max}$ ) определяют суммированием процентного содержания гигроскопической воды ( $W$ ) и воды, удерживаемой почвой после насыщения ( $A$ ):

$$W_{max} = W + A.$$

Ускоренное определение полевой влагоемкости почвы по методу В.Е. Кабаева осуществимо в поле и в лаборатории. В этом большое преимущество метода. Суть его заключается в следующем. Высушенный до воздушно-сухого состояния образец почвы массой 12–15 г раскатывают металлическим катком или бутылкой на плотном листе бумаги до состояния пыли, просеивают. Затем отвешивают на весах 5 г и помещают ее в фарфоровую чашку, постукивая по краям с тем, чтобы пыль скопилась на дне чашки. Из мерной пипетки смачивают почву до состояния полного насыщения, которое определяют по наличию на поверхности почвы свободной капли воды. Количество последней устанавливается с точностью до  $0,1 \text{ см}^3$ , который принимают за массу воды в 1 г. Полное насыщение почвы водой В.Е. Кабаев назвал *общей влагоемкостью* ( $B_o$ ):

$$B_o = \frac{C \cdot 100}{P},$$

где  $B_o$  – общая влагоемкость почвы, %;

$C$  – количество воды, пошедшее на насыщение почвы, г;

$P$  – навеска почвы, г.

Для определения полевой влагоемкости почвы ( $\Pi_v$ ) через общую влагоемкость В.Е. Кабаев предложил коэффициент 0,43 ( $K$ ):

$$\Pi_v = \frac{C \cdot 100}{P} \cdot K \text{ или } \Pi_v = B_o \cdot K.$$

*Задание 4.* Определение полевой влагоемкости почвы методом затопляемых площадок (по С.Д. Лысоговору).

## *Ход работы*

На поле выбирают типичную площадку размером 1–4 м<sup>2</sup> и выравнивают ее поверхность. Площадку окружают уплотненным земляным валиком высотой 25–30 см и заливают водой. Для предохранения почвенной структуры от размывания при заливке, часть площадки покрывают слоем травы и песка. Для промачивания метрового слоя почвы на квадратный метр площадки расходуют на глинистых и суглинистых почвенных разностях 150–200 л воды и 120–150 л – на супесчаных. Это количество воды выливается непрерывно во избежание образования воздушных пробок.

После впитывания всей воды площадку покрывают полиэтиленовой пленкой. Сверху пленку закрывают травой, сеном или соломой для устранения испарения воды с поверхности почвы. В таком виде площадку содержат до тех пор, пока не закончится гравитационное нисходящее передвижение воды. В песчаных почвах оно завершается через сутки, в супесчаных – через 2–3 суток, в суглинистых – через 3–4 суток, а в глинистых – через 4–5 суток.

По истечении времени в центральной части залитой площадки берут почвенные пробы буром, послойно, через каждые 10 см до метровой глубины. Считается, что это наиболее вероятный активный корнеобитаемый слой большинства выращиваемых растений. Отбор проб производят в трех-четырекратной повторности. При взятии проб бурильщик должен стоять на досках, уложенных поверх укрытия. Через двое - трое суток определение влажности почвы повторяют. Если она уменьшилась не более 0,6–0,7% (в среднем по метровому слою), то это второе определение и будет характеризовать предельную полевую влагоемкость почвы.

В том случае, когда после заливки водой площадки, выпадут обильные осадки, то день выпадения осадков принимают за день залива и от него отсчитывают дату определения влажности почвы, которая будет соответствовать ее полевой влагоемкости.

В производственных условиях определение полевой влагоемкости можно проводить на орошаемых почвах после обильного полива, на неорошаемых – ранней весной. В этих

случаях выбранные площадки покрывают соломой и затем через соответствующий интервал времени определяют влажность почвы.

*Задание 5.* Определение водопроницаемости почвы лабораторным методом.

*Водопроницаемость* – способность почвы воспринимать и пропускать воду из верхних горизонтов в нижние. В процессе водопроницаемости почвы различают впитывание и фильтрацию. *Впитывание* – это поступление воды в почву, ненасыщенную влагой, *фильтрация* начинается с момента, когда большая часть пор почвы заполнена водой.

#### *Ход работы*

1. Берется стеклянный цилиндр и закрывается с нижней части фильтром. В него насыпают почву слоем в 100 мм, просеянную через сито, с отверстиями в 1 мм. Постукивая о стенки цилиндра, уплотняют почву.

2. Цилиндр с почвой укрепляют в лапках универсального штатива над воронкой, под которую ставится мерный стакан. На поверхность почвы тонкой струей из пробирки с делением наливается вода так, чтобы ее уровень был на 1 см выше уровня почвы, который поддерживается в течение всего определения.

3. Учитывают, сколько времени потребовалось для того, чтобы из воронки просочилась первая капля воды, прошедшая через слой почвы в 10 см.

4. Определяется, какая часть поступившей в почву воды пошла на впитывание и какая, на фильтрацию.

5. Рассчитывается количество воды, прошедшее через почву в единицу времени.

6. Дается оценка водопроницаемости почвы по шкале Н.А. Качинского:

Оценка водопроницаемости	Количество воды в мм, поступившей в почву за первый час наблюдения
Излишне высокая	1000–500
Наилучшая	500–100
Хорошая	100–70
Удовлетворительная	70–30
Неудовлетворительная	30

*Задание 6.* Определение водопроницаемости почвы методом затопляемых площадок в поле (по С.Д. Лысогорову)

### *Ход работы*

Определение водопроницаемости проводится в полевых условиях перед началом полива на типичном, для данного поля, участке, в двух повторностях. Не нарушая естественного состояния поверхности поля, в почву на глубину 6–10 см врезают металлические или деревянные рамы. Появившиеся при установке щели, между стенками рам и почвой, тщательно уплотняют. Площадь рамы 0,25–1,0 м<sup>2</sup>, высота стенок 15–18 см. При измерении скорости впитывания вспаханной почвы необходимо иметь рамы высотой 35–40 см и врезать их на всю глубину взрыхленного слоя. Чаще используют металлическую раму из листовой стали толщиной 2,5–3,0 мм круглой формы. На огражденной площадке учитывается количество впитавшейся воды в литрах, за время выраженное в минутах, при постоянном слое воды 5 см.

Для предупреждения боковой фильтрации воды с учетной площадки, снаружи, на расстоянии 25–30 см от стенок рамы, устанавливается ограждающая рама соответствующей формы и размера или земляной валик и наполняется водой. При наличии внешнего защитного водного кольца, вода из внутренней учетной площадки будет поступать только вниз. Защитное пространство наполняется водой одновременно с заполнением учетной площадки. Глубина слоя воды должна быть такой же, как и на учетной площадке на всем протяжении измерений.

Подачу и учет воды на внутреннюю площадку осуществляют при помощи мерной емкости. Сначала наливают

воду в учетную и защитную площадки до намеченного уровня и отмечают время заполнения. Затем, по мере впитывания, воду подливают, чтобы поддерживать на одной и той же высоте слой воды. Наблюдения за уровнем воды ведут по линейкам, вставленным внутри площадок, или по отметкам на стенках рамок. Чтобы не вызвать размыва почвы во время прилития воды, под струю подкладывают плоский защитный материал (куски фанеры, толь и др.). Расход воды в учетную площадку отмечают сначала через каждые 5 минут, а затем через 10–15 минут. Количество прилитой воды в защитную площадку не измеряется.

При наступлении постоянной скорости впитывания на протяжении последних 2-х наблюдений, подачу воды прекращают и на основе данных учета делают расчеты.

Скорость впитывания вычисляется по формуле:

$$V_{cp} = \frac{Q}{S \cdot t},$$

где  $V_{cp}$  – скорость впитывания за период, мм/мин;

$Q$  – расход воды, л;

$S$  – площадь учетной площадки, м<sup>2</sup>;

$t$  – время, мин.

Пример: за первые 5 минут впитывания:

$$V_{cp} = \frac{11}{0,97 \cdot 5} = 2,268 \approx 2,27.$$

Количество впитавшейся воды в почву ( $Mt$ ) вычисляется по формуле:

$$Mt = \frac{Q}{S},$$

где  $Mt$  – количество впитавшейся воды в почву за период, в мм водного слоя.

Один миллиметр водного слоя на площади 1 га равен объему 10 м<sup>3</sup> воды.

Форма и пример записи:

1. Место измерения –
2. Почва и состояние поля –
3. Дата –
4. Площадь учетной площадки –

Через каждый час впитывания подводится итог по форме:

Время наблюдения		Промежуток времени между наблюдениями, мин.	Количество прилитой воды в литрах	Скорость впитывания, мм/мин.	Количество впитавшейся воды в почву		
					за период	в нарастающем итоге	
						мм	м³/га
9	32	-	-	0	-	-	-
	37	5	11	2,27	11,35	11,35	111,35
	42	5	6	1,23	6,18	17,53	175,3
	47	5	4	0,82	4,13	21,66	216,6
	57	10	7	0,72	7,20	28,86	288,6
с 9 до 10	32	60	49	0,84	50,5	50,5	565

Пример: за первые 5 минут  $Mt = \frac{11}{0,97} = 11,35$  мм, или 113,5 м³/га.

$Mt$  за первый час  $\frac{49}{0,87} = 50,5$  мм, или 505 м³/га.

Оценку водопроницаемости почв можно проделать по двум показателям: скорости впитывания за первый час (по С.В. Астапову) и длительности впитывания 1000 м³ воды на 1 га (по С.И. Долгову) (табл. 6).

По скорости впитывания воды за первый час *почвы делят на три группы* (по С.В. Астапову):

1-я – больше 15 см. Почвы *значительной* водопроницаемости.

2-я – от 5 до 15 см. Почвы *средней* водопроницаемости.

3-я – менее 5 см. Почвы *слабой* водопроницаемости.

Таблица 6

Оценка водопроницаемости по длительности  
впитывания 1000 м<sup>3</sup> на 1 га (по С.И. Долгову)

Длительность впитывания 1000 м <sup>3</sup> воды, в часах	Оценка водопроницаемости	Характер распределения воды по участку
1	Очень высокая	Практически невозможно распределить равномерно
1–3	Высокая	Трудно распределить равномерно
3–6	Наилучшая	Распределить можно быстро и достаточно равномерно
6–12	Хорошая	Равномерно распределяется – полив заканчивается в один день
12–24	Пониженная	Полив растягивается на двое суток
24 и более	Низкая	Полив растягивается на трое суток и более

В качестве отчета сделайте обобщающий вывод о водных свойствах почвы. Используя таблицу, дайте характеристику водопроницаемости.

*Каменистые почвы* имеют свои особенности в водопроницаемости. В начале вода впитывается быстро, затем этот процесс замедляется. Впитывание осуществляется за счет заполнения свободных пор водой под действием капиллярных и гравитационных сил, возникающих на границе смачивания. Фильтрация происходит при движении воды в порах почвы, полностью заполненных водой, под воздействием градиента напора.

Горные каштановые почвы Юго-Восточного Алтая в верхних горизонтах содержат до 30% каменистых отдельностей, поэтому относятся к сильно-каменистым. Однако в микропонижениях камней значительно меньше. Гранулометрический состав верхних горизонтов таких почв легкосуглинистый, часто супесчаный. Почвы подстилаются галечно-валунными горизонтами. Плотность горных каштановых почв достигает высоких показателей (табл.

7). Однако она ниже в микропонижениях, что связано с большей гумусированностью и меньшей каменистостью.

*Таблица 7*

Отдельные водно-физические показатели горных каштановых почв (по В.П. Панфилову, 1964)

Горизонт	Слой почвы, см	Содержание мелкозема, %		Плотность, г/см <sup>3</sup>		Порозность, %		Полевая влаго-емкость мелкозема, %
		от объема	от массы	общая	мелкозема	общая	мелкозема	
A	0–8	73,8	67	1,51	1,39	35,6	47,9	11,0
B	9–19	44,5	32	1,99	1,46	20,0	44,6	7,0
C	20–45	19,0	14	2,26	1,57	9,0	42,7	4,4
	46–100	38,0	25	2,25	1,51	17,1	44,8	2,4

Исходя из показателей водно-физических свойств горных почв, В.П. Панфилов приходит к выводу, что такие почвы могут иметь незначительные запасы влаги в верхнем полуметре – от 150–200 до 400–500 м<sup>3</sup>/га в зависимости от степени каменистости. Скорость впитывания на таких почвах зависит от гранулометрического состава и сложения почвы (табл. 8).

*Таблица 8*

Водопроницаемость каменистых почв (по В.П. Панфилову, 1964)

Часы наблюдений	Слабокаменистые	Сильнокаменистые
1	60,5	37,1
2	45,4	21,2
3	45,0	20,8

Казалось бы, сильнокаменистые почвы должны иметь более высокую водопроницаемость в сравнении со слабокаменистыми. Однако это не так, исследования говорят о том, что первые почвы менее водопроницаемы, чем вторые. Это,

очевидно, обусловлено слабой заселенностью их корнями растений и значительной кальматированностью, по сравнению со слабокаменистыми почвами.

### *Задание 7. Расчеты запасов влаги в почве*

#### *Ход работы*

Определив показатели влажности, плотности почвы, полевой влагоемкости, влажности устойчивого завядания, влажности замедленного роста и др. можно провести подсчеты запасов почвенной влаги или рассчитать необходимую норму полива.

Запас воды в определенном горизонте почвы чаще всего выражается объемно в м<sup>3</sup>/га или мм водного слоя.

В первом случае общий запас воды подсчитывается по формуле:

$$P = 100 \cdot W \cdot h \cdot \alpha,$$

где  $P$  – количество воды в м<sup>3</sup> (тоннах) на гектар;

$W$  – влажность расчетного слоя почвы в % от массы сухой почвы;

$h$  – глубина расчетного слоя почвы в м ;

$\alpha$  – плотность этого же слоя почвы в т/м<sup>3</sup>.

Помня, что объем воды 10 м<sup>3</sup>/га составляет 1 мм водного слоя на площади 1 га, легко рассчитать запас влаги в почве в мм или при необходимости произвести обратный расчет.

Запас воды (в мм) можно рассчитать по формуле:

$$a = \frac{W \cdot h \cdot \alpha}{10},$$

где  $a$  – запас воды в мм;

$W$  – влажность исследуемого слоя почвы в % от массы сухой почвы;

$h$  – глубина исследуемого слоя почвы в см;

$\alpha$  – плотность того же слоя почвы.

Пользуясь этими формулами и подставляя в них значения полной и предельной полевой влагоемкости, влажности устойчивого завядания, влажности замедленного роста, производят расчеты запасов влаги в почве, соответствующие перечисленным почвенно-гидрологическим константам.

В литературе нередко приводится значение влажности почвы в объемных процентах. Выражение влажности в объемных процентах показывает долю объема, занятого водой относительно всего объема образца. Для пересчета значения влажности в процентах к массе сухой почвы величину влажности почвы, выраженную в объемных процентах, делят на плотность расчетного слоя почвы:

$$W = \frac{W_{об}}{\alpha}.$$

Допустим, влажность пахотного слоя равна 24, 80% к объему, а плотность этого слоя равна 1,26 г/см<sup>3</sup>. Тогда влажность в процентах к массе сухой почвы будет:

$$\frac{24,8}{1,26} = 19,7\%.$$

Для расчета значения влажности в объемных процентах, влажность почвы, выраженную в весовых процентах, умножают на объемную массу исследуемого слоя. Пример: влажность почвы в слое 0–50 см равна 12,83% от массы сухой почвы. Средняя объемная масса полуметрового слоя почвы составляет 1,32 г/см<sup>3</sup>, следовательно, влажность почвы в объемных процентах будет следующей: 12,83 × 1,32 = 16,94%.

В литературе встречается также определение влажности почвы в процентах от полевой влагоемкости. Для определения величины влажности в процентах к массе сухой почвы надо сделать перерасчет.

Допустим, что полевая влагоемкость южного чернозема в метровом слое равна 28%, а влажность почвы в момент определения соответствовала 70% полевой влагоемкости. Тогда значение влажности почвы этого слоя в процентах к массе сухой почвы будет равно:

Полевая влагоемкость в %  
от массы сухой почвы (28%) — 100%

$X$  – влажность в процентах от полевой влагоемкости (70%),

$$\text{то есть } \frac{70 \cdot 28}{100} = 19,6\% .$$

Изучив методику, произведите подобные расчеты по другим типам почв, расчеты запишите в рабочую тетрадь.

*Оборудование:* почвенные образцы, технические весы с разновесами, термостат, фарфоровая чашка, тигельные щипцы.

#### *Вопросы для самопроверки:*

1. Охарактеризуйте поведение влаги в почве.
2. Какими водными свойствами обладает почва, и в чем заключается экологическое значение этих свойств для живых организмов?
3. Что называют полной влагоемкостью почвы, что влияет на ее показатели?
4. Назовите факторы, влияющие на высоту и скорость капиллярного поднятия воды, зависит ли от этого видовой состав растений?
5. Обоснуйте взаимосвязь гидротермических условий с почвообразованием.
6. Дайте характеристику типам водного режима почв и укажите экологическую роль в жизнедеятельности организмов.
7. Опишите уравнение водного баланса для промывного типа водного режима почв.

### **Тема 5. Общие физические свойства почвы**

*Цель:* ознакомиться с физическими свойствами и методами их определения.

К занятию подготовить следующие вопросы:

1. Какие свойства почвы обусловлены соотношением глинистой фракции и воды, имеется ли экологическая зависимость агротехники от данного соотношения?

2. Что называется плотностью твердой фазы почвы и плотностью почвы? Какова их взаимосвязь и роль в экологии почв?

3. Как изменяются эти показатели с глубиной и минеральным составом? Приведите их средние значения по типам почв Алтайского региона.

4. Вспомните воздействие агрегатного и гранулометрического состава почвы на энергетику их обработки и экологию растений.

### *Лабораторно-практическая часть*

#### *Задание 1. Определение плотности почвы в поле.*

На типичном участке ландшафта копают разрез, глубина которого на 30–40 см должна превышать наибольшую глубину взятия почвенных образцов для определения плотности почвы. Отвесную стенку, обращенную в сторону лучшего освещения, зачищают. Почвенные пробы с ненарушенным строением берут специальным буром сверху вниз по слоям через каждые 10 см или по генетическим горизонтам. В последнем случае пробы лучше брать с боку перпендикулярно отвесной стенке разреза.

Для взятия образцов почвы с ненарушенным строением предложено много буров и цилиндров – Дояренко, Некрасова, Качинского и др. емкостью 50, 100, 200, 500 кубических сантиметров и более (рис. 28). Чем больше по диаметру цилиндры, тем меньше сказывается деформирующее действие на почву его стенок и точнее определяются значения плотности почвы. Удобнее применять бур объемом 50 кубических сантиметров, так как весь образец взятой почвы можно перенести в стандартный бюкс для определения влажности почвы. При использовании бура большей емкости необходимо после взвешивания цилиндра с почвой высыпать ее на лист бумаги, тщательно перемешать и отобрать пробы для определения влажности почвы.

Для лучшего вхождения цилиндра в почву на его верхнюю часть одевают специальный оголовок и, нажимая, с усилием вгоняют в почву. Если почва плотная и сухая, то применяют

удары деревянного молотка (киянки) по оголовку. При этом надо следить, чтобы при последних ударах не уплотнить почву киянкой. Затем цилиндр с почвой откапывают почвенным ножом, срезают излишки почвы вровень с краями цилиндра. Почву из цилиндра специальным поршнем выталкивают в бюкс и доставляют в лабораторию, где сразу взвешивают.

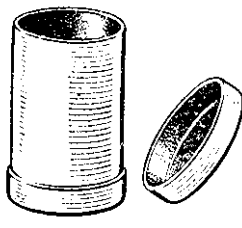


Рис. 28. Цилиндр со съёмными крышками для взятия проб с ненарушенным строением почвы (по В.В. Добровольскому, 1982)

Вычисляют плотность почвы по формуле:

$$d_v = \frac{a}{V},$$

где  $d_v$  – плотность почва, г/см<sup>3</sup>;

$a$  – масса сухой почвы, г;

$V$  – объем кольца (цилиндра), см<sup>3</sup>.

Результаты исследований записывают в тетрадь.

Определение плотности производится в трех-шестикратной повторности.

*Задание 2.* Определение плотности твердой фазы почвы.

Плотность твердой фазы почвы состоит из многих различных составных частей, представляет собой интегрированное значение плотностей всех компонентов твердой фазы почвы: растительных остатков, глинистых и новообразованных минералов, а также органических соединений. Наиболее распространенные породообразующие минералы (кварц, полевой шпат) имеют плотность – 2,5–2,6 г/см<sup>3</sup>, менее распространенные породообразующие минералы

(слюды, пироксены) – 2,7–3,3 г/см<sup>3</sup>. Плотность глинистых минералов близка к таковой полевых шпатов – около 2,6 г/см<sup>3</sup>; плотность новообразованных минералов колеблется в зависимости от их состава: от 2,3 (гипс) до 4,0 (гидрогетит), а почвенного перегноя – 1,4–1,8 г/см<sup>3</sup>. Поскольку плотность перегноя значительно меньше минеральной массы, то для верхних горизонтов почвы, обогащенных перегноем, она составляет 2,4–2,6 г/см<sup>3</sup>, в отдельных случаях, при обилии органического вещества (лесная подстилка, степной войлок), понижается до 1,4–1,8 г/см<sup>3</sup>. Плотность нижних горизонтов почвы, содержащих незначительное количество органического вещества, близка к плотности наиболее распространенных минералов (2,6–2,7 г/см<sup>3</sup>).

Определять плотность твердой фазы почвы принято *пикнометрическим методом*. Сущность метода заключается в определении объема твердой фазы почвы по объему вытесненной воды. Это производится при помощи специальной мерной колбы или пикнометра. Определение плотности проводится одновременно с определением содержания гигроскопической воды.

### *Ход работы*

1. Методом квартования отбирают среднюю пробу образца, находящегося в воздушно-сухом состоянии.

2. Пробу растирают в ступке и пропускают через сито с отверстиями 1 мм.

3. В мерную колбу, емкостью 250 см<sup>3</sup>, наливают дистиллированную воду и определяют массу на технических весах. Из пикнометра примерно половину воды отливают в стакан.

4. На технических весах берут навеску 25 г почвы, приготовленной, как указано в п. 2.

5. Навеску переносят в пикнометр, содержимое взбалтывают и для удаления воздуха из почвенных агрегатов кипятят в течение 30 мин.

6. Пикнометр охлаждают в ванне, в него доливают дистиллированную воду до черты и определяют массу на технических весах.

7. Величину плотности почвы ( $d$ ) вычисляют по формуле:

$$d = \frac{P}{P + P_1 - P_2},$$

где  $P$  – масса абсолютно-сухой почвы, г;

$P_1$  – масса пикнометра с водой, г;

$P_2$  – масса пикнометра с водой и почвой, г.

$$P = \frac{P_0 \cdot 100}{100 + W},$$

где  $P_0$  – масса воздушно-сухой почвы, г;

$W$  – содержание гигроскопической воды в процентах.

Примеры расчета результатов анализа:

1. Емкость пикнометра  $250 \text{ см}^3$ .

2. Взятая навеска почвы в воздушно-сухом состоянии в 25 г.

3. Содержание гигроскопической воды в анализируемой почве 2,8 %.

4. Масса абсолютно-сухой почвы (т. е. масса почвы минус масса гигроскопической воды) будет равна:

$$P = \frac{25 \cdot 100}{100 + 3} = 24,3 \text{ г.}$$

1. Масса пикнометра с дистиллированной водой равна 281,4 г.

2. Масса пикнометра с почвой и водой после кипячения составляет 296,2 г.

3. Плотность почвы:

$$d = \frac{24,3}{24,3 + 281,4 - 296,2} = 2,55.$$

Наиболее простой методикой определения физических свойств

*каменистых почв* считается разработка Ф.Р. Зайдельмана (1957). Она позволяет определить плотность, влажность и порозность почвы при любом содержании в ней *каменистых фракций*.

Определение плотности *каменистой почвы* осуществляется следующим образом: выбирается типичная для конкретного поля площадка около 2-х м<sup>2</sup>, которая выравнивается, на ней отделяются от мелкозема выступающие над дневной поверхностью камни, на последних отмечается их выступающая часть. Затем, при помощи ножа и совка, извлекается почвенная проба с тем, чтобы не произошло обвала стенок выемки. Жесткой кистью и совком вынимается оставшаяся и рассыпанная, разрыхленная почвенная масса и мелкозем. Образовавшаяся выемка заполняется песком, предварительно высушенным и просеянным через сита с диаметром отверстий 3 мм. Объем песка, пошедшего на заполнение выемки, тщательно учитывается.

Отобранную почвенную массу взвешивают, затем отбирают из нее в 3-х кратной повторности пробы на влажность. После чего, вся отобранная почва промывается через сита с диаметром отверстий 3 мм в проточной воде с тем, чтобы освободить ее от мелкоземистой фракции. Оставшиеся в сите *каменистые* отдельности высушивают до воздушно-сухого состояния, определяют их общую массу ( $M_k$ ).

Объем выступающих *каменистых* отдельностей над поверхностью площадки соответствует объему вытесненной ими воды из мерного цилиндра. Зная этот показатель и объем песка, использованного для заполнения выемки, несложно определить общий объем извлеченного образца *каменистой почвы* в естественном состоянии ( $O_{об}$ ).

Суммарный объем всех *каменистых* отдельностей также определяют путем погружения в мерный цилиндр. Вытесненная в этом случае вода дает показатель объема *каменистых фракций* почвы ( $O_k$ ).

Общая масса сухой *каменистой почвы* ( $M_{об}$ ) состоит из суммы абсолютно-сухой массы мелкозема и воздушно-сухой массы *каменистых фракций*.

Общая плотность *каменистой почвы* ( $A$ ) рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{M_{об}}{O_{об}},$$

тогда плотность мелкозема ( $A_m$ ) определяется следующим образом:

$$A_m = \frac{M_{об} - M_k}{O_{об} - O_k}.$$

Используя метод Ф.Р. Зайделямана (1957), для лучшей точности исследований, выемку каменистой почвы производят не менее, чем в 3-х кратной повторности по генетическим горизонтам или слоям почвогрунта. Объем отбираемой пробы для каменистых почв, имеющих отдельности менее 10 см в диаметре, должен составлять 5–6 л, если в пробе встречаются камни более 10 см, размер пробы должен быть не менее 8 л. Метод может быть использован как для почв, близко подстилаемых галечником, так и для сильнокаменистых горных почв.

Пример расчета замеров в четырехкратной повторности показан ниже:

Слой почвы, см	Масса, г				
	сырой пробы	мелкозема	камней	абсолютно-сухого мелкозема	воздушно-сухих камней
0–5	11610	5810	5800	5244	5650
	12300	6250	6050	5775	6050
	10530	5420	5110	5033	5110
	10780	4950	5830	4557	5830

продолжение

Объем, мл		Плотность, г/см <sup>3</sup>		Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	
всей выемки	каменной	общая	мелкозема	общая	мелкозема
5865	2160	1,85	1,41	1,76	1,28
6652	1840	1,78	1,20		
6128	2238	1,65	1,29		
5826	2091	1,78	1,22		

Применение метода Ф.Р. Зайделямана в наших исследованиях, проводимых в высокогорной Чуйской степи Горного Алтая, позволило получить данные, приведенные в таблице 9.

Таблица 9

Водно-физические показатели горной каштановой почвы

Горизонт	Слой почвы, см	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Наименьшая влажность, %
		общая	мелкозема	
A <sub>пах.</sub>	0–6	1,76	1,28	21,2
B <sub>к</sub>	6–11	2,21	1,31	17,9
BC <sub>к</sub>	11–21	2,21	1,52	14,7
CD <sub>к</sub>	21–30	2,57	1,71	12,3

### Задание 3. Скважность почвы.

Наряду с плотностью почвы важной ее физической характеристикой является *скважность (пористость или порозность)* – суммарный объем пустот в единице объема почвы. Скважность зависит от гранулометрического состава и структуры почвы, ее плотности, степени пронизывания почвы корнями растений, ходами червей или землероев.

Почвенные поры являются своеобразными емкостями для воды и воздуха.

*Общая порозность* рассчитывается по величине плотности и плотности твердой фазы почвы:

$$P = \left(1 - \frac{\alpha}{d}\right) \cdot 100\% ,$$

где  $P$  – порозность в % от всего объема;

$\alpha$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;

$d$  – плотность твердой фазы почвенных частиц, г/см<sup>3</sup>;

В отдельных случаях выделяют общую почвенную порозность по отношению ее к воде и воздуху. С.И. Долгов предложил называть ту часть порозности, которая при влажности соответствующей полевой влагоемкости занята воздухом, *пористостью устойчивой аэрации (некапиллярной порозностью)*. Пористость аэрации рассчитывают по формуле:

$$A = P - \alpha \cdot HB,$$

где  $\alpha \cdot HB$  – объемный процент.

*Капиллярной порозностью* называется та часть порозности, которая занята водой при влажности почвы, соответствующей полевой влагоемкости.

Общая капиллярная и некапиллярная порозности не дают истинную картину соотношения воды и воздуха в почве, отчего зависит жизнь растений. Поэтому А.П. Дояренко, Н.А. Качинский и др. пришли к необходимости дифференцировать поры в почве, подразделяя их в отношении воды: на активные и неактивные.

Под *активными* порами понимают такие поры, внутри которых возможно передвижение свободной воды под действием менисковых сил и силы тяжести.

*Неактивные* поры – тонкие, которые при увлажнении сплошь заполнены связной водой, удерживаемой молекулярными силами и недоступной растениям.

Крупные поры в почве большую часть времени заняты воздухом. Эти поры называют *порозностью аэрации*. Н.А. Качинский порозность дифференцирует по *занятости пор различными категориями воды*:

1. Объем пор, занятый прочносвязанной (максимальной гигроскопической) водой.

2. Объем пор, занятый рыхлосвязанной (пленочной) водой.
3. Объем пор, занятый воздухом.
4. Объем пор, занятый капиллярной водой (активная порозность).
5. Порозность отдельного агрегата.
6. Порозность агрегатная (суммарная).
7. Порозность межагрегатная.

Наибольшую агропроизводственную значимость имеют поры активные, занятые капиллярной водой и поры аэрации, причем последние должны составлять не менее 20–25 % общей порозности.

Для расчета порозности аэрации и объема пор, занятых капиллярной влагой (активной порозности), необходимо знать следующие характеристики почвы: плотность почвы и плотность твердой фазы почвы, гигроскопическую и максимальную гигроскопическую влагу, влажность завядания и наименьшую влагоемкость.

Вычисление порозности, занятой капиллярной влагой, производят по формуле:

$$P_k = (HB - B3) \cdot d_v,$$

где  $P_k$  – порозность, занятая капиллярной влагой, % объема почвы;

$HB$  – наименьшая влагоемкость, % массы почвы;

$B3$  – влажность завядания, % массы почвы;

$d_v$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.

Вычисление порозности аэрации проводят следующим образом:

$$P_{aэр} = P_{общ} - P_w,$$

где  $P_{aэр}$  – порозность аэрации, % объема почвы;

$P_{общ}$  – общая порозность, % объема почвы;

$P_w$  – объем пор, занятых водой всех категорий.

Такой объем можно определить по формуле:

$$P_w = P_{mg} + P_{pсв} + P_k,$$

где  $P_{mg}$  – объем пор, занятых максимальной гигроскопической водой;

$P_{pсв}$  – объем пор, занятых рыхлосвязанной водой;

$P_k$  – объем пор, занятых капиллярной водой.

Объем пор, занимаемый максимальной гигроскопической влагой, находится по формуле:

$$P_{mg} = (MG \cdot d_v) : 1,5,$$

где  $MG$  – максимальная гигроскопичность, % массы почвы;

$d_v$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;

1,5 – плотность максимальной гигроскопической воды.

Порозность, занятая рыхлосвязанной влагой, рассчитывается по формуле:

$$P_{pсв} = (BЗ - MG) \cdot d_v : 1,25,$$

где  $BЗ$  – влажность завядания растений, % массы почвы;

1,25 – плотность рыхлосвязанной воды.

Объем пор, занятых капиллярной влагой, вычисляется по формуле:

$$P_k = (HB - BЗ) \cdot d_v,$$

где  $HB$  – наименьшая влагоемкость, определяемая при поливе сверху, %.

Таким образом, все категории влаги в сумме дают наименьшую влагоемкость. Следовательно, расчет объема пор, занятых водой всех категорий, можно производить по формуле:

$$P_w = HB \cdot d_v.$$

В полевых условиях влажность почвы чаще всего бывает ниже наименьшей влагоемкости, поэтому расчет порозности, занятой водой, следует проводить по следующей формуле:

$$P_{wt} = W_t \cdot d_v,$$

где  $P_{wt}$  – объем пор, занимаемый водой при полевой влажности почвы;

$W_t$  – полевая влажность почвы в данный момент времени, % массы почвы;

$d_v$  – плотность почвы в этот же период времени, г/см<sup>3</sup>.

Степень аэрации (воздухообеспеченности) почвы характеризуется объемом, занятым почвенным воздухом в 100 см<sup>3</sup>. Степень аэрации является важным показателем состояния почвы и зависит от степени заполненности пор почвы водой. Для нормального развития растений необходим достаточный доступ воздуха в почву. В противном случае создается дефицит кислорода и развиваются восстановительные процессы, угнетающие растения.

Степень аэрации определяют по формуле:

$$V_a = P - W \cdot d_l,$$

где  $V_a$  – объем воздуха на 100 см<sup>3</sup> почвы;

$P$  – порозность в процентах к объему почвы;

$W$  – влажность в процентах к массе почвы;

$d_l$  – масса почвы с ненарушенным сложением в единице объема, в г/см<sup>3</sup>.

Пример расчета степени аэрации почвы:

1. Порозность почвы – 37%.

2. Влажность – 7 %.

3. Масса почвы в единице объема – 1,6 г/см<sup>3</sup>.

На основании этих данных степень аэрации равна:

$$V_a = 37 - 7 \cdot 1,6 = 25,8\%.$$

В процессе почвообразования верхний слой галечника или каменистой фракции обогащается мелкоземом, приобретает относительно благоприятные для растений водно-физические свойства. Поэтому в богарных и орошаемых скелетных почвах в верхнем слое галечника формируется до 25% корневых систем растительных сообществ. Мелкозем в горных почвах важно рассматривать как основноеместилище корней, которые, отмирая, приносят органические вещества в зону аэрации таких почв. Крупные поры в почве значительное время могут быть заняты воздухом. В этом случае можно говорить о порозности аэрации, так как для хорошего роста и развития растений необходим нормальный доступ воздуха в почву.

Используя полученные выше расчеты определяют порозность мелкозема ( $\Pi_m$ ):

$$\Pi_m = \frac{(\Pi_l - \frac{M_{об} - M_k}{O_{об} - O_k}) \cdot 100}{\Pi_l} = \frac{(\Pi_l - A_m) \cdot 100}{\Pi_l},$$

где  $\Pi_l$  – плотность твердой фазы почвы (мелкозема).

Общую порозность всей каменистой почвы ( $\Pi_{об}$ ) рассчитывают по уравнению:

$$\Pi_{об} = \frac{D_m \cdot (\Pi_l - \frac{M_{об} - M_k}{O_{об} - O_k}) \cdot 100}{\Pi_l} = \frac{D_m \cdot (\Pi_l - A_m) \cdot 100}{\Pi_l}.$$

Зная показатели порозности мелкозема и объем, заполненный водой, легко рассчитать порозность аэрации в процентах для мелкозема ( $\Pi_{ам}$ ):

$$\Pi_{ам} = \Pi_m - A_m \cdot B_m,$$

во всей каменистой почве порозность аэрации ( $\Pi_{аз}$ ) составит:

$$\Pi_{аз} = (\Pi_m - A_m) \cdot D_m.$$

*Задание 4.* Используя рекомендованную литературу, изучите методику расчета общих физических свойств каменистых почв.

*Оборудование:* фарфоровая ступка с пестиком, металлическое сито с отверстиями величиной 1 мм, технические весы с разновесами, фарфоровая чашка диаметром 5 см, термостат, эксикатор, химический стакан, металлический штатив, газовая (спиртовая) горелка или электрическая плитка, асбестовая сетка.

#### *Вопросы для самопроверки:*

1. Назовите и охарактеризуйте общие физические свойства почвы и их значимость в экологических функциях почв.
2. Какие условия влияют на показатели плотности почвы?
3. Дайте характеристику порозности.
4. Какие минералы относятся к распространенным компонентам твердой фазы почвы?
5. Объясните, почему плотность перегной значительно ниже, чем у минеральной массы?
6. Какие экологические свойства почв обусловлены содержанием в них глинистой и каменистой фракции?

### **Тема 6. Морфологические показатели почвы**

*Цель:* изучить морфологические признаки почвы.

К занятию подготовить следующие вопросы:

1. Какими морфологическими признаками обладает почва?
2. Назовите методы определения окраски почв.
3. Какое сложение почвы можно выделить с учетом показателей порозности?
4. Какими экологическими закономерностями характеризуется почвенный профиль, каковы различия по природным зонам?

*Задание:*

1. Используя географические атласы и предоставленные монолиты, выявите для почв Алтайского региона типичные морфологические признаки.

2. Опишите монолиты равнинных почв Алтайского региона, имеются ли различия в их экологии?

3. Зарисуйте треугольник Захарова, структурные элементы, новообразования, эскиз и почвенный профиль в масштабах, схематический вид почвенного разреза, схемы строения почв.

*Оборудование:* физические атласы России и Алтайского края, Республики Алтай, монолиты, справочная литература.

*Вопросы для самопроверки:*

1. По каким признакам различают типы почв?

2. Назовите типы строения почвенного профиля.

3. Обоснуйте приуроченность новообразований к различным типам почвообразования.

4. Каково значение включений в процессе почвообразования?

5. С помощью какого метода можно определить наличие или отсутствие карбонатов в почве? Какое экологическое значение имеют карбонаты в почвообразовательных процессах?

## **Тема 7. Фитоиндикация**

*Цель:* ознакомиться с фитоиндикацией почв и растениями-индикаторами.

К занятию подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Дайте определение биологической индикации (фитоиндикации).

2. Какими свойствами обладают растения-индикаторы и какова их роль в оценке экологического состояния почв?

3. Назовите спектр экологических факторов, на которые реагируют растительные сообщества.

4. Перечислите основные показатели, по которым можно определить индикационную связь между почвой и растением.

5. Укажите различия между прямыми и косвенными индикаторами?

6. Какие группы растений-индикаторов кислотности почв выделял Л.Г. Раменский?

### *Практическая часть*

#### *Задание:*

1. Законспектируйте основные понятия, касающиеся растений-биоиндикаторов почв. Дайте им объяснение.

2. В табличной форме отразите показатели растений-индикаторов по Л.Г. Раменскому.

3. Используя гербарий и справочную литературу, зарисуйте растения-индикаторы кислотности почв.

*Оборудование:* гербарий растений-биоиндикаторов почв; таблица растений-индикаторов кислотности почв по Л.Г. Раменскому; альбомы; цветные карандаши.

#### *Вопросы для самопроверки:*

1. Какие растения являются ацидофилами?
2. Какие растения входят в группу нейтрофилов?
3. Какую группу растений составляют базифилы?

## **Тема 8. Индикация химических элементов в почве**

*Цель:* изучить реакцию растений на избыточное содержание в почве отдельных химических элементов

К занятию подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что понимают под микроэлементами?
2. Каково положительное и отрицательное экологическое значение химических элементов в жизни растений?
3. Дайте определение понятию хлороз и некроз, приведите примеры.

## *Практическая часть*

### *Задание:*

1. Изучите роль химических элементов в жизни растений.
2. Опишите признаки избыточного содержания некоторых химических элементов в почве.
3. В чем отличие макро- и микроэлементов, применяемых в качестве удобрений в земледелии?
4. Используя гербарный и иллюстративный материал, отобразите в виде рисунков различные повреждения растений.

*Оборудование:* гербарий и иллюстрации растений с признаками избыточного содержания различных металлов в почве; альбомы; цветные карандаши.

### *Вопросы для самопроверки:*

Каким образом проявляются внешние повреждения у растений при избыточном содержании в почве:

- а) цинка?
- б) меди?
- в) марганца?
- г) железа?
- д) кобальта?
- е) фосфора?
- ж) магния?
- з) калия?
- и) серы?
- к) хлора?
- л) азота?
- м) кальция?
- н) бора?

## **Тема 9. Охрана почв и оценка экологического состояния**

*Цель:* ознакомиться с особенностями оценки экологического состояния почв.

К занятию подготовить ответы на следующие вопросы:

1. В чем состоит отличие оценки экологического состояния почв от оценки других компонентов природной среды?
2. Назовите задачи экологической оценки почв по природным зонам Алтайского региона.
3. Что понимают под предельно допустимой концентрацией загрязняющих веществ, какие виды загрязнений характерны для почв Алтайского региона и какие из них приобрели особую остроту?
4. Какие существуют принципы нормирования химического загрязнения почв?
5. Перечислите индикаторы опустынивания горных почв.
6. Какие меры охраны почв на Алтае наиболее актуальны в настоящее время?

### *Практическая часть*

*Задание:*

1. Обоснуйте специфику задач экологической оценки почв как составляющей мониторинга почвенного покрова. Изобразите графически блоки мониторинга почв.
2. Используя экологические карты, литературу и лекции выявите регионы Алтая, почвы которых подвержены наиболее сильному загрязнению. Предложите пути ограничения загрязнения почв в виде схемы.
3. На основе рекомендуемой литературы систематизируйте мероприятия по воспроизводству плодородия неудобных земель в регионе. Приведите примеры имеющихся инноваций в этом направлении.
4. Составьте диаграмму предполагаемого частичного или полного разрушения среды обитания живых организмов и разрыва исторически сложившихся связей в экосистемах из-за ухудшения состава и численности популяций по причине деградации почв.

*Оборудование:* почвенная карта России, географический атлас, справочные материалы, лекции.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Назовите критерии оценки экологического состояния почв.

2. Какое влияние оказывают хозяйственные условия на уровень загрязнения почв?

3. Каковы особенности организации мониторинга почв при различных видах хозяйственного освоения территории?

4. В каких сферах экономики региона имеет место наибольшее разрушение почв?

5. Где на Алтае почвенный покров загрязняется больше всего, и почему? Обоснуйте необходимость экологизации земледелия в регионе.

6. Используя приложение, начертите круговую диаграмму агроэкологического состояния пахотных земель Алтайского края по сельскохозяйственным зонам: по доле пашни на склонах (на выбор); гранулометрическим данным (на выбор); содержанию гумуса; твердым и жидким осадкам; неудобным землям (на выбор). Какие экологические последствия могут быть при отсутствии приемов улучшения и соответствующих почво-охранных мер?

7. Какова социальная значимость независимых средств массовой информации при освещении результатов мониторинга почв?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почва является важнейшим ресурсным потенциалом биосферы нынешних и будущих поколений людей. Последствия нерационального использования почв создают экологические проблемы от локального до глобального уровней. Это отражается на здоровье людей, биоразнообразии, состоянии атмосферы, гидросферы и др. Почва, как основное средство сельскохозяйственного производства, нуждается в оценке, прежде всего, в аграрной сфере экономики. Важно знать границы устойчивости почвы к внешнему и внутреннему промышленному, горнодобывающему, рекреационному др. воздействию.

Почва как биокосное тело, служит средой обитания почвенным микроорганизмам и животным, обеспечивает жизнедеятельность растений. Одновременно сама преобразуется под влиянием живых организмов. Являясь продуктом взаимодействия биотических и абиотических факторов, почва представляет собой важнейший компонент биосферы. Многообразные экологические функции почвы под влиянием разносторонней деятельности человека могут снижать свою устойчивость, что способствует ухудшению основного свойства почв — плодородия. Оно является основой потребления не только социальной сферы, но и производственной. Поэтому главная задача состоит в том, чтобы обеспечить устойчивость экологических функций почвы путем дифференциации и рационализации приемов хозяйственного землепользования и почво-охранных мероприятий.

Своевременная почвенно-экологическая информация может позволить сбалансировать потребности человека и потребности самоорганизующихся природных систем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

*Бакланова, С.Л.* Самостоятельная работа студентов по географическим дисциплинам [Текст]: учебно-методическое пособие / С.Л. Бакланова, Д.М. Панков. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2011. – 100 с.

*Бакланова, С.Л.* Методика обучения экологии [Текст]: учебное пособие / С.Л. Бакланова. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 180 с.

*Бурлакова, Л.М.* Полевые исследования почв Алтайского края [Текст]: учебное пособие / Л.М. Бурлакова, В.А. Рассыпнов, Л.М. Татаринцев. – Новосибирск, 1984. – 91 с.

Биодиагностика и индикация почв [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 186 с.

*Важов, В.М.* Способ окультуривания каменистой почвы [Текст] / В.М. Важов, А.Т. Качкышев // Патент Российской Федерации на изобретение №2071230. Заявлено 3.04.1992. Опубликовано 10.01. 1997.

*Важов, В.М.* Почвы Алтайского региона [Текст]: учебно-методич. пособие / В.М. Важов, Д.М. Панков, Т.И. Важова. – Бийск, 2009. – 56 с.

*Важов, В.М.* География почв с основами почвоведения [Текст]: учебно-метод. пособие / В.М. Важов, Д.М. Панков, Т.И. Важова. – Бийск, 2010. – 187 с.

*Важов, С.В.* Общая экология [Текст]: учебное пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 193 с.

*Вальков, В.Ф.* Почвоведение [Текст]: учебник для вузов / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д.: Изд. центр «Март», 2004а. – 496 с.

*Вальков, В.Ф.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для студентов вузов. – Ч. 3. Загрязнение почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов н/Д.: УПЛ РГУ, 2004б. – 54 с.

*Вальков, В.Ф.* Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты [Текст] / В.Ф. Вальков, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Р.В. Кузнецов. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.

*Виноградов, Б.В.* Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов [Текст]: учебное пособие / Б.В. Виноградов. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1964. – 328 с.

*Вольнов В.В.* Ландшафтоведение и агроландшафтные экосистемы [Текст] / В.В. Вольнов, А.С. Давыдов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 210 с.

*Гришина, Л.А.* Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга [Текст] / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1991.

*Девятова, Т.А.* Экология почв [Текст]: учебное пособие для вузов / Т.А. Девятова, Т.Н. Крамарева. – Воронеж: Изд. – полиграф. центр ВГУ, 2012. – 78 с.

*Деменков, П.А.* Инженерное обустройство территорий. Мелиорация земель [Текст]: учеб. пособие / П.А. Деменков, В.Ф. Ковязин. – СПб, 2007. – 91 с.

*Добровольский, Г.В.* Экологические функции почвы [Текст] / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 137 с.

*Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв [Текст]: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 364 с.

*Добровольский, В.В.* Практикум по географии почв с основами почвоведения [Текст] / В.В. Добровольский. – М.: Просвещение, 1982. – 127 с.

*Добровольский, В.В.* Практикум по географии почв с основами почвоведения [Текст] / В.В. Добровольский. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 144 с.

*Добровольский, В.В.* География почв с основами почвоведения [Текст]: учебник / В.В. Добровольский. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.

*Добровольский, В.В.* География почв с основами почвоведения [Текст]: учебник / В.В. Добровольский – М.: ВЛАДОС, 1999. – 384 с.

*Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

*Зайдельман, Ф.Р.* Методика исследования некоторых физических и водно-физических свойств каменистых почв [Текст] / Ф.Р. Зайдельман // Почвоведение, 1957, № 1. С. 124 – 128.

*Кленов, Б.М.* Экология почв [Текст]: учебное пособие / Б.М. Кленов. – Новосибирск: СГГА, 2001. – 83 с.

*Климентова, Е.Г.* Биодиагностика и индикация почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Климентова, Е.В. Рассадина. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 168 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70264.html>

Методы полевых экологических исследований [Текст]: учеб. пособие / авт. коллектив: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; редкол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.

Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв [Текст]: учебник / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КолосС, 2008. – 486 с.

*Мешалкин, А.В.* Экологическое состояние литосферы и почвы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров / А.В. Мешалкин, Т.В. Дмитриева, Н.В. Коротких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. – 220 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33873.html>

*Муравьев, А.Г.* Оценка экологического состояния почвы [Текст]: практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164 с.

Организация самостоятельной работы студентов в учреждении высшего образования [Текст]: методические рекомендации / Сост. Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 84 с.

Орошаемое земледелие [Текст] / Под. ред. С.Д. Лысогорова. – Херсон, 1977. – 85 с.

*Панков, Д.М.* Способ укрепления склонов переувлажненных земель [Текст] / Д.М. Панков, В.М. Важов, А.В. Одинцев // Патент РФ на изобретение № 2425474. Приоритет: 06.04.2010. Зарегистрировано: 10.08.2011а.

*Панков, Д.М.* Способ укрепления склонов посевом семян древесных растений [Текст] / Д.М. Панков, В.М. Важов, А.В. Одинцев // Патент РФ на изобретение № 2423033. Приоритет: 06.04.2010. Зарегистрировано: 10.07. 2011б.

*Панков, Д.М.* Способ утилизации бытовых отходов [Текст] / Д.М. Панков, В.М. Важов, А.В. Одинцев // Патент РФ на изобретение № 2438952. Приоритет: 25.05.2010. Зарегистрировано: 10.01.2012.

Полевая практика по почвоведению [Текст]: метод. рекомендации / Сост.: В.М. Важов, С.В. Важов, В.Н. Козил. – Бийск, 2012. – 147 с.

*Польский Б.Н.* Практические занятия и межсессионные задания по географии почв с основами почвоведения [Текст] / Б.Н. Польский. – М.: Просвещение, 1972. – 112 с.

Самостоятельная работа студентов по педагогике [Текст]: методические рекомендации / Сост. Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2013. – 116 с.

Толковый переводоведческий словарь [Текст] / Л.Л. Нелюбин. – 3-е изд., переработ. – М.: Флинта: Наука, 2003.

*Трушина, Т.П.* Экологические основы природопользования [Текст]: учебник / Т.П. Трушина. Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: «Феникс», 2003. – 384 с.

Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Т.С. Воеводина [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 186 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71350.html>

*Юшко Г.И.* Научно-дидактические основы организации самостоятельной работы студентов в условиях рейтинговой системы обучения [Текст]: автореф. дисс... канд. пед. наук / Г.И. Юшко. – Ростов-н/Д, 2001. – 23 с.

*Яськов, М.И.* Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по географии почв с основами почвоведения [Текст] / М.И. Яськов. – Горно-Алтайск, 1998. – 61 с.

*Яськов, М.И.* Полевое кормопроизводство в условиях опустыненных степей высокогорий Алтая (Чуйская котловина)

[Текст]: монография / М.И. Яськов. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2012. – 304 с.

*Яськов, М.И.* Проблемы опустынивания, фитомелиорации и кормопроизводства аридных территорий высокогорий Алтая [Текст]: учебное пособие / М.И. Яськов. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2015. – 248 с.

<http://enc-dic.com/translate/Annotacija-1839.html>).

[http://www.tepka.ru/uroki\\_russkogo/56.html](http://www.tepka.ru/uroki_russkogo/56.html).

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

*Агрохимические свойства почв* – совокупность свойств почв, связанных с ее способностью обеспечивать растения питательными веществами. Определяются содержанием, подвижностью и превращением в почве под влиянием внешней среды (в том числе внесения удобрений) основных элементов питания – азота, фосфора, калия, серы и др.

*Агроэкосистема* – совокупность биогенных и абиогенных, а также биокосных компонентов участков суши (в основном почв и растительности), находящихся под влиянием сельскохозяйственного использования.

*Аллювиальные отложения* – речные наносы разного гранулометрического состава, зачастую слоистые.

*Буферная емкость (буферность) почв* – способность почвы сохранять свое состояние при дозированном воздействии какого-либо фактора.

*Включения* – инородные по отношению к почвенному телу объекты, находящиеся в почвенной толще.

*Водные свойства почв* – те их качества, которые связаны с накоплением или передвижением влаги в почве.

*Водный режим почвы* – совокупность явлений, определяющих поступление, передвижение, расход и использование растениями почвенной влаги.

*Воздушный режим почвы* – совокупность явлений, связанных с поступлением и поведением воздуха в почве, зависит от окружающей среды, жизнедеятельности растений и микроорганизмов.

*Вскипание почвы* – выделение пузырьков углекислоты при воздействии на почву раствором соляной кислоты (общепринятый метод обнаружения карбонатов).

*Генетическое почвоведение* – наука о почвах, основы которой были заложены В.В. Докучаевым, рассматривавшим почву как продукт взаимодействия горных пород, воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых. При этом почва рассматривается как самостоятельное природное тело, изменяющееся во времени и пространстве в зависимости от природных условий.

*Геохимическая обстановка* – пространственное распределение химических элементов в почве, сложившееся в результате их миграции за счет переноса водными потоками, биологического круговорота, влияния техногенеза, формирования естественных и техногенных аномалий и др.

*Глеевые процессы (оглеение)* – биохимические процессы в почве (в условиях переувлажнения), приводящие к образованию глея. Обусловлены анаэробным режимом превращения органического вещества и сопряженными с ним восстановительными процессами для соединений Fe, Mn, Cu и др.

*Глей* – глинистые почвы переувлажненных территорий. В почвоведении глей – глинистый горизонт в почвах разных типов, в которых протекают глеевые процессы.

*Глеевые почвы* – почвы с признаками устойчивого оглеения, которые проявляются в средней или верхней части профиля, охватывая большую часть почвенного тела.

*Горизонты генетические* – относительно однородные горизонтальные слои почвы, возникшие вместе с формированием почвенного тела в результате проявления тех или иных процессов. Они различны по морфологии и другим свойствам.

*Горизонты глееватые* – горизонты, в которых вследствие периодического переувлажнения проявляются относительно слабые, но устойчивые признаки оглеения – сизоватые, охристые и ржавые пятна.

*Грунтовые воды* – подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта. Образуются, главным образом, за счет инфильтрации (просачивания) поверхностных вод, атмосферных осадков, а также за счет конденсации водяных паров.

*Гумус (перегной, органическое вещество почвы)* – совокупность всех органических соединений, находящихся в почве и имеющих естественное происхождение.

*Гумусовый горизонт* – генетический горизонт максимального и равномерного накопления органических веществ и прежде всего гумуса. Может иметь окраску от серого, темно-серого и до черного цвета.

*Гумусированный слой* – часть почвенного профиля, в разной степени содержащая органическое вещество, обычно окрашен в серые тона.

*Деградация почвы* – процесс, вызывающий ухудшение свойств почвы и ее плодородия. Является следствием природных явлений и антропогенных процессов. Сопровождается процессами выщелачивания, выносом из почвы питательных веществ, засолением, эрозией, уменьшением количества гумуса и т.д.

*Дернина* – поверхностный слой почвы, густо пронизанный, переплетенный и скрепленный сетью живых и мертвых корней травянистых и др. растений.

*Дренаж* – система подземных труб, открытых каналов или скважин, колодцев для отвода избыточной воды из почвы.

*Заболачивание* – почвообразовательный процесс, приводящий к избыточному увлажнению почв. Сопровождается глубокими изменениями в биогеоценозах.

*Загрязняющие вещества (поллютанты)* – химические соединения, повышенное содержание которых в компонентах биосферы вызывает негативную экологическую ситуацию.

*Закисление почвы* – процесс увеличения кислотности почвы в силу природных или антропогенных процессов.

*Засоленность почвы* – накопление в почве легкорастворимых солей: хлоридов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов. По составу солей различают содовое, хлоридное, сульфатное и смешанное (хлоридно-сульфатное, сульфатно-хлоридное, сульфатно-хлоридно-содовое и др.).

*Засоленные почвы* – почвы, содержащие легкорастворимые соли в количествах, отражающихся на свойствах самих почв, росте и развитии растений. Принято считать засоленными почвами, в водной вытяжке из которых содержится свыше 0,3% солей.

*Земельный фонд* – все земли на определенной территории, учтенные для землепользования.

*Известкование почвы* – внесение извести или других известковых веществ в почву для нейтрализации избыточной почвенной кислотности, вредной для многих сельскохозяйственных растений.

*Ил* – элементарные частички почвы размером меньше 0,001 мм.

*Иллювиальный горизонт* – генетический почвенный горизонт, в котором накапливаются вещества, вымываемые из вышележащих элювиальных горизонтов. В настоящее время термин "иллювиальный" часто используется для горизонтов, обогащенных глинистыми веществами не только за счет иллювиирования, но и за счет оглеения на месте, под влиянием глеевых, солонцовых и других процессов.

*Источник загрязнения* – природный или антропогенный объект, вызывающий в биосфере или ее компонентах повышенное содержание загрязняющих веществ.

*Карбонатный горизонт* – горизонт, содержащий карбонаты кальция и магния. Они могут быть рассеяны в почвенной массе, их присутствие определяют по реакции на соляную кислоту.

*Карбонаты в почве* – труднорастворимые соли угольной кислоты (углекислый кальций, углекислый магний или оба одновременно присутствующие в почве в виде минералов кальцита, доломита, люблюнита, арагонита, анкерита). По происхождению могут быть первичными (входить в состав пород, из которых образовались почвы) или вторичными (возникшими или перераспределившимися в результате процесса почвообразования) почвенными новообразованиями.

*Кислотность почв* – свойство выделять в почвенный раствор в ходе обменных или гидролитических процессов ионы водорода и другие кислотные частицы.

*Классификация почв* – объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению, плодородию и другим особенностям.

*Конкреции* – разновидность новообразований, представляющие собой плотный комок из многих минеральных слоев.

*Копролиты* – переработанная червями и некоторыми насекомыми почвенная масса и выделенная ими в виде экскрементов в форме комочков, клубочков или узелков.

*Ксенобиотики* – вещества, не образующиеся в природных процессах.

*Ландшафт* – генетически однородная территориальная система, в которой все природные комплексы (рельеф, горные

породы, вода, почва, растительный и животный мир) образуют взаимосвязанное и взаимообусловленное единство.

*Лесс* – рыхлая, неслоистая, пылеватая суглинистая карбонатная порода. Отличается высокой пористостью, водопроницаемостью и прочной микроструктурой. В гранулометрическом составе преобладает фракция 0,05–0,01 мм.

*Макро-, мезо-, микрорельеф* – термины, применяемые при описании форм рельефа для отличия их по уровням. Горный хребет, возвышенность принимаются за формы макрорельефа; долины, балки, межбалочные водоразделы – за формы мезорельефа; небольшие неровности на склонах долин, бессточные западины на выровненных участках – за формы микрорельефа.

*Мелиорация почв* – мероприятия по улучшению почв (орошение, осушение, облесение, а также агротехнические, гидротехнические и химические приемы и т.д.).

*Мелкозем* – элементарные почвенные частицы размером менее 1 мм.

*Механический (гранулометрический) состав почв* – относительное содержание в них минеральных частиц различного диаметра.

*Мониторинг почвенный* – система наблюдений, оценки и прогноза состояния почвы для своевременного обнаружения неблагоприятных изменений их свойств, при различных видах использования.

*Морена* – отложения ледника, состоящие из несортированного рыхлого обломочного материала. Характеризуется неоднородным гранулометрическим составом и состоит из смеси глинистых частиц, песка, гравия, щебня и валунов различного размера.

*Новообразования* – скопления минералов, образовавшихся в результате почвообразования и выветривания. Обычно видны в стенке разреза – разного рода присыпки, налеты, корочки на поверхности структурных отдельностей. Чаще всего это легкорастворимые соли, гипс, углекислый кальций, иногда (особенно в солонцах) – кремнезем.

*Окультуривание почв* – процесс почвообразования, протекающий при активном и целенаправленном участии

человека, которое заключается в применении агротехнических, агрохимических, мелиоративных и других мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы.

*Органо-минеральные вещества* – компоненты твердой фазы почвы. Состоят из органической (гумусовые вещества) и минеральной части (первичные и вторичные минералы).

*Осушение почв* – процесс устранения избыточной увлажненности почв, сопровождающийся улучшением их неблагоприятных режимов и свойств.

*Песок* – элементарные почвенные частицы размером от 1 до 0,01 мм. Состоит преимущественно из зерен кварца (диоксида кремния).

*Питательные вещества* – макро- и микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности растений. К макроэлементам принято относить азот, фосфор, калий, серу, кальций, магний; к микроэлементам – марганец, медь, бор, цинк, кобальт, молибден и др.

*Пищевой режим почв* – совокупность количественных и качественных изменений в содержании основных питательных веществ в почве.

*Плодородие почвы* – способность почвы непрерывно удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде и обеспечивать их корневую систему достаточным количеством воздуха и тепла.

*Почвенный профиль* – совокупность генетических почвенных горизонтов в почвенном разрезе или в обнажениях.

*Породы почвообразующие* – твердые породы, из поверхностных слоев которых образуются почвы.

*Почва* – самостоятельное природное тело, образовавшееся из поверхностных слоев различных твердых пород при их взаимодействии с организмами в определенной физико-географической среде.

*Почвенная карта* – изображение почвенного покрова территории в определенном масштабе. Карта дает наглядное представление о качестве и расположении тех или иных почв.

*Почвенный поглощающий комплекс* – совокупность высокодисперсных минеральных и органических веществ, придающих почвам и грунтам поглотельную способность.

*Почвенный покров* – самостоятельная земная оболочка, образовавшаяся в результате взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Обладает способностью обеспечивать рост и продуктивность растений.

*Почвообразование* – процесс развития почв, почвенного покрова под влиянием природных и антропогенных факторов.

*Почвенный разрез* – вертикальная стенка ямы, обнажающая почвенный профиль. Ширина ямы обычно составляет 75–100 см, длина – 1,5–2 м. Глубина определяется мощностью почвенного профиля, целевым назначением разреза и составляет 1,5–2 м.

*Почвенный раствор* – жидкая фаза почв, включающая растворенные соли, органо-минеральные и органические соединения, газы и почвенные коллоиды.

*Рельеф* – совокупность форм горизонтального и вертикального расчленения земной поверхности.

*Сложение почвы* – морфологическое свойство почв, обусловленное их плотностью, пористостью и трещиноватостью. Различают плотное, рыхлое и др.

*Структура почвы* – способность частиц почвы соединяться в относительно устойчивые отдельности.

*Типы почв* – группы почв, различающиеся по степени развития ведущего почвообразовательного процесса (по глубине и степени гумусированности, степени подзолистости, осолодения), а также по степени проявления налагающихся процессов (степени засоленности, солонцеватости, эродированности).

*Токсиканты* – химические соединения-загрязнители, оказывающие отрицательное воздействие на экологические свойства почвы и ее компонентов.

*Удобрения* – вещества органического и неорганического происхождения, содержащие необходимые и доступные для растений питательные вещества. При внесении в почву улучшают условия питания растений, способствуют повышению урожайности.

*Физико-химические свойства почв* – совокупность свойств, связанных со способностью почвенного поглощающего комплекса диссоциировать в окружающий раствор и поглощать

из него ионы. Характеризуются количественным составом обменных катионов, емкостью обмена, реакцией среды.

*Физические свойства почвы* – совокупность свойств, характеризующих физическое состояние почв в связи с внешней средой и деятельностью человека.

*Фоновые почвы* – почвы, сопоставление с состоянием которых позволяет установить и оценить превышение естественного уровня содержания контролируемых химических элементов.

*Химические свойства* – совокупность свойств почв, характеризующих содержание и формы существования органических и минеральных веществ в почве.

*Червороины* – ходы червей, насекомых и других мелких роющих животных, которые заполнены почвенной массой обычно из того же почвенного горизонта.

*Элювиальный горизонт (горизонт вымывания)* – слой почвы, обедненный гумусово-глинистыми веществами и состоящий преимущественно из зерен кварца.

*Элювиальный процесс* – вынос растворимых веществ и взвешенных тонких частиц в процессе формирования почвы.

*Эрозия почв* – процесс разрушения верхних, наиболее плодородных слоев почвы водой или ветром.

## Приложение

Агроэкологическая характеристика пахотных земель  
Алтайского края (Вольнов, Мухин, 1999; цит. по В.В. Вольнову,  
А.С. Давыдову, 2006)

Фактор эрозии	Сельскохозяйственные зоны					По краю
	Западно-Кулундинская	Восточно-Кулундинская	Приобская, Приалейская	Бие-Чумышская	Присалаирская, Приалтайская, Алтайская	
Доля пашни с уклоном до $1^0$ , %	99,0	90,0	77,6	60,8	21,0	74,9
Доля пашни с уклоном $1-5^0$ , %	1,0	9,9	22,2	38,1	72,7	24,1
Доля пашни с уклоном $5-10^0$ , %	-	0,1	0,2	1,1	6,3	1,0
Доля пашни с почвами тяжелосуглинистыми, %	3,5	12,3	19,5	32,0	61,9	21,7
Доля пашни с почвами среднесуглинистыми, %	19,0	57,6	65,0	62,0	36,5	52,9
Доля пашни с почвами легкосуглинистыми, %	77,5	30,1	15,5	6,0	1,6	25,4
Содержание гумуса в почве ( $A_{\max}$ ), %	2,8	4,8	5,1	6,3	6,8	-
Твердые осадки (IX–III), мм	60	70	110	130	140	-
Жидкие осадки (IV–X), мм	200	250	300	340	410	-

Эродированные земли, %	0,6	0,8	31,9	34,6	53,2	22,4
Дефлированные земли, %	95,2	67,1	24,2	3,7	-	41,5
Засоленные земли, %	3,0	2,9	6,7	1,0	0,6	4,6
Кислые почвы, %	0,2	0,8	3,3	56,3	49,0	15,6
Заболоченные почвы, %	0,1	0,4	0,4	0,3	0,6	0,2