

ФГОУВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА РАСТЕНИЕВОДСТВА И ОБЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Модульно-блочное построение курса “ Земледелие”
с тестовым контролем знаний

(методические указания и рабочая тетрадь
для проведения лабораторно-практических занятий по разделу:
агрофизические свойства почвы и их регулирование)

Для студентов, обучающихся по специальностям:
110200 – «Агрономия»
110102 – «Агроэкология»

Факультет _____

Курс _____

Группа _____

Выполнил _____

Ф.И.О. студента

БРЯНСК 2010

УДК 631.4(073)
ББК 40.3
М 21

Мальцев, В.Ф., Никифоров, М. И.. Модульно-блочное построение курса “Земледелие” с тестовым контролем знаний: Методические указания и рабочая тетрадь для проведения лабораторно-практических занятий по разделу: агрофизические свойства почвы и их регулирование. Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2010 - 32 с.

Данное издание предназначено для студентов, обучающихся по специальностям: 110200 – «Агрономия» 110102 – «Агроэкология» очной формы обучения.

Рецензенты: д. с.-х. н, профессор А.В. Дронов
к.с. -х. н., доцент В.В. Осмоловский

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии агроэкологического института, протокол №7 от 17 июня 2010 г.

© Брянская ГСХА, 2010
© Никифоров М.И., 2010
© Мальцев В.Ф. 2010

МОДУЛЬ I

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Затраты времени 14 часов

Литература по модулю

1. Доспехов, Б.А., Васильев, И.П., Туликов, А.М. Практикум по земледелию./ Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. М.: Агропромиздат, 1987.
2. Вадюнина, А.Ф., Корчагина, З.А. Методы исследований физических свойств./ А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. М.: Агропромиздат, 1986.
3. Принципы организации и методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1976.
4. Ревут И.Б. Физика почв./ И.Б. Ревут. Л.: Колос, 1972.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО РАЗДЕЛУ "АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ" (ГОСТ 16265-80)

- | | | |
|----------|--|---|
| 1 | СТРОЕНИЕ
ПАХОТНОГО СЛОЯ | - соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами почвенных пор. |
| 2 | ПЛОТНОСТЬ
ТВЕРДОЙ ФАЗЫ
(УДЕЛЬНАЯ МАССА
ПОЧВЫ) | - масса 1 см ³ твердой фазы почвы в граммах, соотнесенная с массой 1 см ³ воды при температуре +4.0 ⁰ С. |
| 3 | ПЛОТНОСТЬ
СЛОЖЕНИЯ
(ОБЪЕМНАЯ МАССА)
ПОЧВЫ | - это масса 1 см ³ абсолютно сухой почвы в ненарушенном состоянии. |
| 4 | РАВНОВЕСНАЯ
ОБЪЕМНАЯ МАССА
(ПЛОТНОСТЬ) ПОЧВЫ | - объемная масса почвы при её естественном сложении, образуемая под воздействием природных факторов и собственной силы тяжести. |
| 5 | СТРУКТУРА ПОЧВЫ | - наличие в почве различных по величине и форме агрегатов, в которые склеены почвенные частицы. |
| 6 | СТРУКТУРНОСТЬ
ПОЧВЫ | - свойство почвы распадаться на агрегаты при обработке. |

- 7 КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ** - отношение массы частиц от 0,25 до 10 мм к суммарной массе частиц более 10 мм и менее 0,25 мм.
- 8 ВОДОПРОЧНОСТЬ СТРУКТУРЫ** способность структурных агрегатов почвы противостоять разрушающему действию воды.
- 9 ЛИПКОСТЬ ПОЧВЫ** - способность влажной почвы прилипать к соприкасающимся с нею предметам.
- 10 ПЛАСТИЧНОСТЬ ПОЧВЫ** - способность влажной почвы необратимо менять форму без образования разрывов и трещин после приложения нагрузки.
- 11 ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ ПЛАСТИЧНОСТИ (НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ)** - состояние почвы по влажности, при котором она из пластичного состояния переходит в текучее.
- 12 НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ ПЛАСТИЧНОСТИ** - состояние почвы по влажности, при котором её образец можно скатать в жгут 3 мм без образования в нем разрывов.
- 13 ЧИСЛО ПЛАСТИЧНОСТИ** - разность между влажностью почвы при верхнем и нижнем пределе пластичности.
- 14 ВЛАЖНОСТЬ СТРУКТУРО-ОБРАЗОВАНИЯ** - влажность почвы, при которой образуется наибольшее количество агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 7 мм.
- 15 ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ** - свойство почвы в естественном состоянии сопротивляться сжатию и расклиниванию.
- СВЯЗНОСТЬ ПОЧВЫ** - способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы.
- 17 ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ** - содержание влаги в почве, выраженное в % к её абсолютно сухой массе.
- 18 ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ** - способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды.
- 19 ФИЗИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧВЫ** - состояние почвы по влажности, при котором она хорошо крошится и не прилипает к рабочим органам при обработке.
- 20 БИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧВЫ** - состояние почвы по температурному режиму и влажности, при котором интенсивно начинают протекать биологические процессы.
- 21 ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ** - свойство почвы пропускать через себя влагу быстро или медленно под влиянием силы тяжести.
- 22 ГИГРОСКОПИЧЕСКАЯ ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ** - количество воды, содержащееся в воздушно сухой почве.

- 23 МАКСИМАЛЬНАЯ ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ ПОЧВЫ** - количество воды, содержащееся в почве при помещении её в атмосферу, насыщенную водяными парами.
- 24 ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ ПОЧВЫ** - способность почвы сорбировать на поверхности частиц паров воды из воздуха.
- 25 ВЛАЖНОСТЬ ЗАВЯДАНИЯ** - влажность почвы, при которой у растений обнаруживаются первые признаки устойчивого завядания, которые не исчезают при длительном выдерживании растений в насыщенной водяными парами атмосфере.
- 26 МАКСИМАЛЬНАЯ АБСОРБЦИОННАЯ (МОЛЕКУЛЯРНАЯ) ВЛАЖНОСТЬ** - наибольшее количество влаги, которое может удержаться в почве силами молекулярного притяжения между твердыми частицами и водой.
- 27 ВЛАЖНОСТЬ РАЗРЫВА КАПИЛЛЯРНЫХ СВЯЗЕЙ** - количество почвенной влаги, при которой её подвижность резко снижается.
- 28 ПРЕДЕЛЬНАЯ ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** - количество влаги, которое удерживает почва при оттоке гравитационной воды.
- 29 КАПИЛЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** - равновесная влажность почвы, находящейся в пределах каймы грунтовых вод
- 30 ПОЛНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** - максимальное количество воды, которое может находиться в почве при её затоплении.
- 31 ВОДОПОДЪЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ** - способность почвы поднимать влагу из нижних горизонтов, насыщенных водой в верхние.
- 32 ЗАПАС ВЛАГИ "МЕРТВЫЙ"** - наибольшее содержание влаги в почве недоступной для растений.
- 33 ВОЗДУХОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ** - объем почвенных пор, заполненных воздухом, при влажности почвы, соответствующей ППВ.
- 34 ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ** - свойство почвы пропускать через себя воздух
- 35 ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ** - изменения во времени (суток, сезона или года) содержания или состава воздуха.
- 36 КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ** - общий расход влаги в г на образование 1 г сухого вещества, включая и испарение с поверхности почвы.

- 37 КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСПИРАЦИИ** - количество испарившейся влаги в г, расходуемое на образование 1 г сухого вещества.
- 38 ВОДНЫЙ БАЛАНС ПОЧВЫ** - количественная характеристика водного режима почвы или совокупность всех видов поступления влаги в почву и её расхода за определенный промежуток времени.
- 39 ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОЧВЫ** - соотношение прихода и расхода тепла за определенный промежуток времени и для определенного слоя почвы.
- 40 ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОЧВЫ** - способность передавать тепло от слоя к слою.
- 41 ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ** - способность поглощать тепло.
- 42 УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ** - количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 г сухой почвы на 1⁰С.
- 43 ОБЪЕМНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ** - количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см³ сухой почвы на 1⁰С.
- 44 ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ** - динамика содержания питательных веществ в течение определенного периода.
- 45 ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ** - способность удовлетворять потребности растений в факторах жизни.
- 46 ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЫ** - процесс снижения почвенного плодородия.
- 47 ПЛОДОРОДИЕ ЕСТЕСТВЕННОЕ** - плодородие, определяемое сложным взаимодействием свойств и режимов почвы, обусловленных природным почвообразовательным процессом без вмешательства человека.
- 48 ПЛОДОРОДИЕ ИСКУССТВЕННОЕ** - плодородие почвы, определяемое количественными и качественными изменениями свойств и режимов почвы, вызванные воздействием человека.
- 49 ПЛОДОРОДИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ** - плодородие, определяемое общими количественными и качественными запасами факторов жизни в почве независимо от степени их усвоения.
- 50 ПЛОДОРОДИЕ ЭФФЕКТИВНОЕ** - плодородие, определяемое количественными и качественными запасами факторов жизни в почве в усвояемой форме.

Работа 1. Действие элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур на влажность и строение пахотного слоя почвы

Работа рассчитана на 4 часа

1. Вопросы для тестового контроля

- 1.1. Понятие о строении почвы и методика его определения.
- 1.2. Значение капиллярной и некапиллярной пористости для жизни растений.
- 1.3. Методика определения капиллярной пористости.
- 1.4. Методика определения влажности почвы.
- 1.5. Понятие о плотности сложения почвы и методика ее определения.
- 1.6. Понятие о равновесной и оптимальной плотности почвы: значение оптимальной плотности сложения для различных культур.
- 1.7. Методика определения общего запаса воды в изучаемом слое почвы.
- 1.8. Аэрация почвы и ее значение для жизни растений.
- 1.9. Плотность твердой фазы почвы и методика ее определения.
- 1.10. Методы регулирования строения почвы в земледелии.

2. Задание: 2.1. Изучить и освоить методику определения и расчета показателей строения пахотного слоя почвы: 2.2. Определить влажность, плотность сложения почвы, капиллярную и некапиллярную пористость на конкретных почвенных образцах. 2.3. Сделать выводы по полученным результатам.

3. Методика выполнения работы

Для определения строения (сложения) почвы используются металлические цилиндры высотой 5 и 10 см и объемом 200 и 500 см³, которые входят в комплект бура АМ-27. С помощью его отбираются образцы почвы в ненарушенном строении.

Работу ведут в следующей последовательности. Перед выходом в поле цилиндры нумеруют и определяют массу каждого из них вместе с крышками. Затем измеряют диаметр и высоту цилиндра и рассчитывают объем образца по формуле:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h$$

где π - отношение длины окружности к диаметру - 3,14:

D - диаметр цилиндра, см;

h - высота цилиндра или глубина погружения его в почву, см.

В полевых условиях с цилиндра снимают крышки, вставляют его с кольцами в резак, сверху надевают крышку и загоняют с помощью молота через направляющую втулку в почву на нужную глубину. После этого с помощью рукоятки отделяют от общей массы почвы резак с цилиндром и цилиндр с помощью приспособления извлекают из резака, подрезают почву в цилиндре с торцов резак и закрывают крышками. Цилиндры помещают в ящик и транспортируют в лабораторию.

Одновременно с отбором таких образцов берут почву на влажность в алюминиевые стаканчики.

В лаборатории цилиндры взвешивают и ставят в ванночку на капиллярное насыщение. Для этого с цилиндра, держа его горизонтально, снимают нижнюю крышку, вместо нее накладывают кружок фильтровальной бумаги несколько большего диаметра. Вместо нижней крышки ставят сетку и цилиндр устанавливают вертикально на подставку, обернутую фильтровальной бумагой, в ванночку. Верхняя крышка при этом снимается. В ванночку заливается вода, но с таким расчетом, чтобы почва в цилиндрах ее не касалась. Капилляры почвы через фильтровальную бумагу постепенно заполняются водой. Насыщение продолжают до установления постоянной массы образца. Для определения момента окончания насыщения цилиндры ежедневно взвешивают (разница в массе не должна превышать 0,1 г).

При снятии цилиндры закрывают верхней крышкой и, поддерживая снизу, ставят на стол закрытым концом вниз. Почву, приставшую к фильтровальной бумаге, счищают в цилиндр и закрывают его нижней крышкой. После взвешивания из цилиндра малым буром берут пробы почвы в алюминиевые стаканчики для определения ее влажности.

Влажность почвы определяют термостатно - весовым методом путем высушивания ее при температуре 105⁰С в течении 6 часов или при температуре 120-130⁰С в течении 4 часов .

Влажность почвы (W_n) определяют по формуле:

$$w_n = \frac{E}{D} \cdot 100$$

где e - количество испарившейся влаги при высушивании образца почвы, г;

d - масса сухой почвы после высушивания образца почвы, г.

3.1. Понятия

3.1.1. Относительная влажность почвы - она представляет собой отношение количества влаги, содержащейся в почве на данный момент ($W\%$) к количеству воды, насыщающий почву до ее влагоемкости (наименьшей или полной, $W\%$ полной).

$$W_{отн} = \frac{W\%}{W_{полн}} \cdot 100$$

3.1.2. Виды влагоемкости:

а) наименьшая влагоемкость (НВ) - синонимы: полевая и предельная полевая влагоемкость. Это количество влаги, которое может удерживать почва при обильном ее увлажнении и предоставлении возможности стока избытка воды, т.е. НВ не что иное как максимальное количество подвешенной влаги;

б) полная влагоемкость (ПВ) или водовместимость почвы - это максимальное количество воды, которое может находиться в почве с естественным сложением при ее затоплении, когда вода заполняет все поры (фактически 5-10% объема занимает защемленный воздух);

в) капиллярная влагоемкость (КВ) - равновесная влажность почвы, находящейся в пределах капиллярной каймы грунтовых вод. Это максимальное количество капиллярно-подпертой воды;

г) максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) - это наибольшее количество влаги, которое удерживается в почве силами молекулярного притяжения между твердыми частицами и водой, т.е. силами сорбции. Она близка к влажности завядания (ВЗ) и несколько больше МГ (на количество рыхлосвязанной воды).

4. Выполнение работы

1. Определение влажности почвы при отборе образца (W_B)

Ва- ри- ант	№ бюк- са	Масса, г						Влажность почвы, (%) $w_B = \frac{E}{D} \cdot 100$
		пусто- го бюк- са, а	бюкса с влажной почв., б	бюкса с сухой почв., в	влажной почвы (б-а)= г	сухой почвы (в-а)= Д	испар. влаги (г-д)= Е	
1								
2								
3								
4								

После капиллярного насыщения (W_H)

Ва- ри- ант	№ бюк- са	Масса, г						Влажность почвы, (%) $w_H = \frac{E}{D} \cdot 100$
		пусто- го бюк- са, а	бюкса с влажной почв., б	бюкса с сухой почв., в	влажной почвы (б-а)= г	сухой почвы (в-а)= Д	испар. влаги (г-д)= Е	
1								
2								
3								
4								

Влажность почвы может быть в интервале от 2 до 54%.

2. Форма записи и проведения расчетов

№ п/п	Показатели	Символ и формула	Ед. изм.	Варианты (повторности)			
				5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Номер цилиндра						
2	Объем почвы в цилиндре	$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h$	см ³				
	диаметр цилиндр	D	см				
	высота цилиндра	h	см				
3	Масса пустого цилиндра	B	г				
4	Масса цилиндра с почвой до насыщения	B ₁	г				
5	Масса цилиндра с почвой после насыщения	B ₂	г				
6	Масса почвы в цилиндре до насыщения	B ₃ = B ₁ - B	г				
7	Масса почвы в цилиндре после насыщения	B ₄ = B ₂ - B	г				
8	Влажность почвы при взятии образца	$w_B = \frac{E}{D} \cdot 100$	%				
9	Масса абсолютно-сухой почвы	$B_5 = \frac{B_3}{100 + W_B} \cdot 100$	г				
10	Масса воды в почве до насыщения	B ₆ = B ₃ - B ₅	г				
11	Масса воды в почве после насыщения	B ₇ = B ₄ - B ₅	г				
12	Масса воды, поступившая в почву при насыщении	B ₈ = B ₇ - B ₆	г				
13	Плотность твердой фазы почвы	d	г/см ³				
14	Объем твердой фазы почвы	$V_1 = \frac{B_5}{d}$	см ³				
15	Общий объем почвенных пор	V ₂ = V - V ₁	см ³				

16	Объем капиллярных пор	$V_3 = B_4 - B_5$	см ³				
17	Объем некапиллярных пор	$V_4 = V_2 - V_3$	см ³				
18	Относительный объем твердой фазы почвы	$V_5 = \frac{V_1}{V} \cdot 100$	%				
19	Общая пористость	$V_6 = \frac{V_2}{V} \cdot 100$	%				
20	Капиллярная пористость	$V_7 = \frac{V_3}{V} \cdot 100$	%				
21	Некапиллярная пористость	$V_8 = \frac{V_4}{V} \cdot 100$	%				
22	Объем воздуха в почве до насыщения	$V_9 = V_2 - B_6$	см ³				
23	Объем воды в почве до насыщения	$V_{10} = B_6$	см ³				
24	Степень насыщения	$V_{11} = \frac{V_{10}}{V_2} \cdot 100$	%				
25	Степень аэрации	$V_A = \frac{V_9}{V_2} \cdot 100$	%				
26	Плотность сложения почвы	$d_0 = \frac{B_5}{V}$	г/см ³				
27	Общий запас воды в исследуемом слое почвы	$P = \frac{W_B \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм				
		$P = W_B \cdot d_0 \cdot h$	т/га				
28	Содержание недоступной для растений влаги	$W_{нд} = \frac{B_{y3} \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм				
30	Запас продуктивной (доступной) влаги при отборе образца	$W_{i\bar{a}} = \frac{(W_A - B_{oc}) \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм				
31	Запас продуктивной (доступной) влаги после капиллярного насыщения	$W_{ii} = \frac{(W_i - B_{oc}) \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм				

5. Дополнения к работе 1

Возможное строение пахотного слоя почвы: объем твердой фазы почвы - 27-55%, общий объем почвенных пор 45-63% от общего объема почвы.

Наиболее благоприятным строением пахотного слоя почвы для большинства культур является соотношение объема **твердой фазы почвы 40-50%** и **общего объема пор 50-60%** при соотношении **некапиллярных пор и капиллярных 12.5-30% и 30-37.5%** или от **1:1 до 1:3**, соответственно.

Плотность твердой фазы различных минеральных почв находится в пределах **2.4-2.8 г/см³**, а **органических (торфяно-болотных) - 1.4-1.8 г/см³**. Величина плотности твердой фазы почвы зависит от соотношения органических и минеральных веществ, обладающих различной плотностью, составляющих почву.

3. Плотность твердой фазы органических и минеральных веществ, составляющих почву, г/см³

№ п/п	Вещество	Плотность твердой фазы	№ п/п	Вещество	Плотность твердой фазы
1	Торф	0.50-0.80	8	Кварц	2.50-2.80
2	Разложившийся торф	1.00-1.20	9	Анортит	2.75-2.76
			10	Гипс	2.30-2.33
3	Гумус	1.30-1.40	11	Галит	2.10-2.60
4	Монтмориллонит	2.1	12	Оливин	3.27-3.37
5	Каолинит	2.60-2.63	13	Гранит	3.40-4.30
6	Слюда	2.80-3.20	14	Лимонит	3.60-4.00
7	Ортоклаз	2.50-2.60	15	Магнетит	5.16-5.18

4. Шкала оценки строения пахотного слоя почвы

Показатель	Степень уплотнения почвы				
	очень рыхлая	рыхлая	среднеуплотненная	плотная	очень плотная
Плотность сложения, г/см ³	1,00	1,01-1,20	1,21-1,40	1,41-1,50	> 1,50
Пористость общая, %	60	61-53	51-47	46-42	< 42

5. Плотность сложения типичных почв и грунтов

№ п/п	Вещество	Плотность твердой фазы	№ п/п	Вещество	Плотность твердой фазы
1	Торф	0.20-0.50	5	Пухлый солончак	0.8-0.1
2	Подзолистый горизонт	0.80-1.00	6	Солонцовый горизонт	1.5-1.7
3	Болотные почвы	1.10-1.30			
4	Минеральные почвы	1.35-1.50	7	Корка на сероземе после полива	1.6-1.9

Плотность сложения почвы в среднем составляет 1.2-1.4 г/см³. Отклонения от этих значений могут быть значительными, которые создают экстремальные условия для живых организмов в почвенной среде и для растений.

Нормальный газообмен между почвой и атмосферой обеспечивается при наличии в почве некапиллярных пор 10-15% объема почвы при общей пористости 50-60%.

б. Оптимальная плотность сложения пахотного слоя почвы
для сельскохозяйственных культур, г/см³

№ п/п	Показатели	Оптимальный параметр	
		значение	интервал
1	Культурная свежеспаханная пашня	-	1.00-1.10
2	Дерново-подзолистая тяжело- и среднесуглинистая зерновые колосовые	1.22	1.10-1.40
	кукуруза	1.15	1.10-1.20
	кормовые бобы	1.20	1.10-1.30
	картофель	1.10	1.00-1.20
3	То же, легкосуглинистая и супесчаная зерновые колосовые	1.27	1.25-1.35
	кукуруза	1.22	1.10-1.45
4	Серые лесные тяжело- и среднесуглинистая зерновые колосовые	1.21	1.05-1.30
	сахарная свекла	1.14	1.00-1.26
5	Серая лесная легкосуглинистая зерновые колосовые	1.23	1.10-1.40

Воздухоёмкость почвы выражается в % от общего объема пор и для суглинистых почв составляет 10-25%, глинистых - 0-15%, болотных - 0-25%. Различные культуры по разному относятся к воздухоёмкости почвы, а именно, многолетние травы требуют почвы с воздухоёмкостью 6-10%, пшеница, овес - 10-15, сахарная свекла, ячмень - 15-20%.

7. Характеристика дерново-подзолистых почв по степени уплотненности

Степень уплотненности почвы	Плотность сложения почвы, г/см ³	
	суглинистая и глинистая	песчаная и супесчаная
Очень рыхлая	< 0.90	< 1.20
Рыхлая	0.90-1.10	1.20-1.30
Уплотненная	1.10-1.20	1.30-1.40
Среднеуплотненная	1.20-1.30	1.40-1.50
Плотная	1.30-1.40	1.50-1.55
Очень плотная	1.40-1.50	1.55-1.60
Предельно плотная	> 1.50	> 1.60

8. Равновесная и оптимальная плотность сложения почвы для культур, г/см³

Почва	Гранулометрический состав	Плотность сложения почвы			
		равновесная	оптимальная для культур		
			зерновых	пропашных	мн. трав
Дерново-подзолистая	Супесчаная	1,3-1,4	1,20-1,35	1,10-1,45	1,30-1,40
	Суглинистая	1,35-1,5	1,10-1,30	1,00-1,20	1,20-1,40
Чернозем	Суглинистый	1,0-1,3	1,00-1,30	1,00-1,30	1,10-1,40

9. Влажность завядания ($V_{уз}$), максимальная гигроскопичность (МГ) и их соотношение (коэффициент завядания) на различных почвах

Почва	Влажность завядания	Максимальная гигроскопичность	Коэффициент завядания
Песчаная	3.3	2.3	1.44
Супесчаная	6.3	4.4	1.45
Легкосуглинистая	9.7	6.5	1.49
Среднесуглинистая	13.9	9.8	1.42
Тяжелосуглинистая	16.3	11.4	1.43
Глинистая	-	15	-

Работа 2. Действие отдельных элементов технологий на структурно-агрегатный состав почвы

Работа рассчитана на 4 часа

1. Вопросы для тестового контроля:

- 1.1. Понятие о структуре почвы и ее значение для растений.
- 1.2. Водопрочность почвенной структуры и методика ее определения.
- 1.3. Условия, влияющие на создание и разрушение структуры почвы.
- 1.4. Агротехнические способы улучшения структуры почвы.
- 1.5. Типы почвенной структуры и размеры агрономически ценных агрегатов.
- 1.6. Понятие водопроницаемости почвы и методы ее определения.
- 1.7. Приемы регулирования водопроницаемости почв.
- 1.8. Свойства почвы, определяющие водопроницаемость.
- 1.9. Понятие о дефляции почв и размеры дефляционно-опасных агрегатов.
- 1.10. Приемы предотвращения дефляции.

- 2. Задание:**
- 2.1. Изучить методику определения структуры почвы (сухой и мокрый рассев)
 - 2.2. Определить структурный состав по методу В.В. Саввинова.
 - 2.3. Рассчитать показатели и дать оценку структуры на конкретных почвенных образцах.

3. Методика выполнения.

Для количественной характеристики структуры почвы выполняют сухое просеивание отобранного с ненарушенной структурой образца почвы массой 0.5-2.5 кг через колонку сит.

Полевой образец почвы высушивают до воздушно-сухого состояния, отбирают среднюю пробу массой 500 г и просеивают через набор сит с диаметром отверстий 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5 и 0,25 мм. При просеивании почвы порциями массой до 200 г переносят на верхнее сито. После окончания рассева фракции структурных отдельностей взвешивают на технико-химических весах и вычисляют их содержание в процентах к воздушно-сухой массе почвы. Массу агрегатов величиной менее 0.25 мм определяют по разности между массой образца, взятого для просеивания и суммой масс всех агрегатов величиной больше 0.25 мм. Аналогично определяется и процентное содержание агрегатов величиной менее 0.25 мм (за 100% принимается масса образца почвы, взятого для анализа).

Для качественной оценки структуры (водопрочности) выполняют мокрое просеивание среднего образца почвы массой 25 г, отобранного при сухом просеивании, на приборе И.М. Бакшеева.

Каждую фракцию почвы, полученную при сухом расसेве, используют при анализе, соответствующем четвертую часть числа, указывающего на процентное содержание. Пылеватую фракцию почвы (меньше 0,25 мм) в навеску не включают, так как в дальнейшей работе она препятствует просеиванию более крупных фракций. Таким образом, масса фракций почвы, используемая для "мокрого" просеивания составляет 25 г с вычетом массы пылевидной фракции.

Цилиндры с ситами прибора Бакшеева вынимают из гнезд и ставят на подставку. Открыв крышки, в цилиндры наливают воду до середины ободка верхнего сита. Чтобы под нижними ситами не осталось воздуха, сита поднимают и опускают, одновременно поворачивая по часовой стрелке. Образцы почвы в воздушно-сухом состоянии помещают в центр верхнего сита (под ручку). Завинчивают пробки, цилиндры вытирают и вставляют в гнезда прибора. Прибор подключают к электросети и пускают в работу. Через 12 минут прибор отключают, цилиндры вынимают и ставят на подставку. Воду из цилиндров сливают в сосуд, открывают крышки, вынимают и разбирают наборы сит. Оставшиеся на ситах агрегаты смывают струей воды в предварительно взвешенные фарфоровые или алюминиевые чашки. После осветления воды в чашках избыток ее сливают, чашки с почвой сушат в термостате или на водяной бане до воздушно-сухого состояния и после охлаждения взвешивают.

Чистую массу агрегатов определяют как разность между массой чашки с агрегатами после сушки и массой пустой чашки. Чтобы вычислить процентное содержание фракции, нужно массу фракций умножить на 4. Процентное содержание фракций менее 0,25 мм определяют вычитанием из 100 суммы процентов всех фракций крупнее 0,25 мм.

4. Выполнение работы

Тип почвы _____

Варианты: 1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

12. Результаты структурного анализа

Размер фракций, мм	Сухое просеивание		
	масса фракций, г	процентное содержание	взято почвы для просеивания в воде, г
>10			
10-7			
7-5			
5-3			
3-2			
2-1			
1-0,5			
0,5-0,25			
Σ фракций >0,25			
<0,25			
Итого		100	

Вывод _____

13. Определение водопрочности структуры

№ чаш- ки	Размер фракций, мм	Просеивание в воде			содержание водопрочных агрегатов, %
		масса, г			
		пустой чашки	чашки с агрегатами после сушки	водопрочных агрегатов	
1	>7				
2	7-5				
3	5-3				
4	3-1				
5	1-0,5				
6	0,5-0,25				
-	Σ фрак- ций >0,25	-	-		

Вывод _____

5. Дополнения к работе 2

14. Шкала для структурного состояния почвы по степени готовности почвы к севу для культур со средним размером семян (Долгов, Бахтин)

Оценка структурного состояния	Содержание агрегатов 0,25-10 мм в % к массе почвы	
	воздушно-сухих	водопрочных
Отличное	> 80	> 70
Хорошее	80-60	70-55
Удовлетворительное	60-40	55-40
Неудовлетворительное	40-20	40-20
Плохое	< 20	< 20

Агрегаты размером от 1 до 5 мм являются самыми водопрочными и, следовательно, устойчивые к водной эрозии. Самые неустойчивые агрегаты размером менее 1 мм. Они являются так же и дефляционноопасными. Если в почве таких агрегатов (менее 1 мм) содержится не более 26%, а фракции более 1 мм не менее 50%, то такая почва устойчива к ветровой эрозии.

Для обобщенной характеристики структурного состояния используют коэффициент структурности. Он равен отношению суммы масс фракций размером 0,25-10 мм к сумме масс фракций размера <0,25 и >10 мм, полученных при сухом просеивании.

$$K = \frac{a}{b}$$

где K - коэффициент структурности,

a - сумма масс фракций размера 0,25-10 мм;

b - сумма масс фракций размера < 0,25 и >10 мм.

Для характеристики водоустойчивости почвенных агрегатов пользуются коэффициентом водоустойчивости ($K_{ВУ}$), который равен сумме агрегатов размера >0,25 мм при мокром просеивании, деленной на сумму агрегатов >0,25 мм при сухом просеивании:

$$K_{ВУ} = \frac{a}{b}$$

где a - суммарная масса агрегатов > 0,25 мм при мокром просеивании;

b - суммарная масса агрегатов > 0,25 мм при сухом просеивании.

В зависимости от формы различают три основных типа структуры почвы (по С.А. Захарову):

1. Кубовидная - отдельные развиты более или менее равномерно по трем взаимно перпендикулярным осям и включает в себя следующие виды - комковатая, ореховатая, зернистая.

Работа 3. Определение коэффициента водопотребления и влагообеспеченности культур (самостоятельно)

Работа рассчитана на 2 часа

1. Вопросы для текстового контроля:

- 1.1. Понятие об эрозии почв и факторах от которых она зависит
- 1.2. Агротехнические приемы предотвращения эрозии почв
- 1.3. Источники поступления и расхода воды из почвы
- 1.4. Суммарное водопотребление и его определение
- 1.5. Понятие о коэффициенте водопотребления и его определение
- 1.6. Определение общей и доступной влаги в метровом слое почвы
- 1.7. Максимальная гигроскопичность почвы и методы ее определения
- 1.8. Определение доступной влаги в метровом слое почвы
- 1.9. Факторы, определяющие расход воды растениями
- 1.10. Агротехнические меры для снижения непродуктивности расхода влаги

2. Задание:

- 2.1. Изучить методику суммарного расчета суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления.
- 2.2. Провести расчет названных показателей с использованием исходных данных.

3. Исходные данные

Максимальная гигроскопичность в % для слоев почвы:

0-20 см	-	3,8:	3,9:	4.0:	4,1
20-50 см	-	8,8:	9.0:	9,3:	9,5
50-100 см	-	9,2:	9,6:	9,8:	10,0

Влажность завядания ($V_{уз}$) служит нижней границей продуктивной влаги. Ее находят как произведение величины МГ почвы на коэффициент 1,34 или 1,5.

Влажность завядания растений зависит от свойств почвы (в частности от плотности сложения), вида растений и даже фазы развития растений. В агрофизике такие разносторонние данные пока еще не определены. Обобщая данные многих авторов В.Ф.Вальков (1986) предлагает использовать коэффициенты завядания в интервале: для донника, сорго, суданской травы, люцерны 1,2-1,4; для льна, пшеницы, ячменя, проса 1,4-1,6; подсолнечника, картофеля, овса, кукурузы, гречихи, сои 1.6-1.8.

Определив влажность почвы (W) и ее плотность сложения d_0 в любую фазу роста и развития, можно рассчитать по формуле 30 (стр.11) запас продуктивной влаги и в соответствии со шкалой Н.А. Качинского определить обеспеченность ею растений.

Запас продуктивной влаги в начале вегетации определяется в слое почвы 0-20 см. По мере развития корневой системы этот показатель определяется в метровом слое почвы.

15. Транспирационный коэффициент (K_T) и коэффициент пересчета товарной продукции на сухое вещество ($K_{п}$)

Коэффициент	Картофель	Ячмень	Лен	Клевер
K_T	500	403	415	600
$K_{п}$	0,22	0,86	0,85	0,84

16. Урожайность полевых культур и количество осадков за вегетацию

Культура	Вариант задания	Урожайность, т/га		Выпало осадков за вегетацию, мм ΣQ
		фактическая, Уф	планируемая, Уп	
Картофель	1	12	18	150
	2	14	20	170
	3	15	25	160
	4	16	30	210
Ячмень	5	2,5	3,5	100
	6	2,8	4,0	110
	7	3,0	4,5	120
	8	3,2	4,6	30
Лен (соломка)	9	2,4	2,8	80
	10	2,6	3,0	90
	11	2,8	3,2	100
	12	3,0	3,4	120
Клевер (сено)	13	4,0	5,0	100
	14	4,0	6,0	110
	15	5,0	7,0	120
	16	5,0	8,0	110

17. Влажность почвы (W) и плотность сложения (do) по культурам

Культура	Начало вегетации (W ₁ , do)			Конец вегетации (W ₂ , do)		
	слои почвы, см					
	0-20	20-50	50-100	0-20	20-50	50-100
Влажность почвы, %						
Картофель	17	19	18	12	13	15
Ячмень	18	19	20	9	10	13
Лен	19	20	21	11	13	14
Клевер	19	21	20	8	12	11
Плотность сложения, г/см ³						
Картофель	1,10	1,40	1,50	1,35	1,40	1,48
Ячмень	1,20	1,45	1,50	1,35	1,40	1,49
Лен	1,25	1,40	1,55	1,40	1,50	1,51
Клевер	1,30	1,45	1,47	1,45	1,45	1,52

18. Расчет суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления (для слоя почвы 0-100см)

№ п/п	Показатель	Символ и формула	Ед. изм.	Культура		
1	Содержание воды в почве в начале вегетации	$W_H = \sum \frac{W_1 \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
2	Содержание воды в почве в конце вегетации	$W_E = \sum \frac{W_2 \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
3	Сумма осадков за вегетацию	$\sum Q$	мм			
4	Суммарный расход воды за вегетацию	$\sum P = W_H - W_K + Q$	мм			
5	Коэффициент водопотребления	$K_B = \frac{\sum P}{Y_\phi}$	-			
6	Продуктивный расход влаги	$P_{II} = \frac{Y_\phi \cdot K_T \cdot K_{II}}{100}$	мм			
7	Непродуктивный расход воды	$P_H = \sum P - P_{II}$	мм			
8	Планируемый урожай	У _п	т/га			
9	Суммарный расход воды для планируемого урожая	$\sum P_{ПУ} = K_B \cdot Y_{II}$	мм			
10	Содержание недоступной для растений влаги	$W_{нд} = \frac{B_{уз} \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
11.	Баланс воды	$B = \sum P_{ПУ} - (W_H + \sum Q - W_{нд})$	-			

Дополнения к работе 3

У растений есть период роста и развития, в который требуется максимальное количество воды. Такой период получил название критическим периодом, так как недостаток продуктивной влаги в это время очень сильно снижает продуктивность культур. Такой период у зерновых культур наступает в фазу выхода в трубку - колошение, у зернобобовых и гречихи - цветение, у картофеля – цветение - клубнеобразование, у кукурузы - цветение-молочная спелость.

19. Оценка запасов продуктивной влаги проводится по шкале Качинского

Оценка запасов влаги, мм			
Для слоя 0-20 см		Для слоя 0-100 см	
Хорошие	> 40	Очень хорошие	> 160
Удовлетворительные	20-40	Хорошие	160-130
Неудовлетворительные	< 20	Удовлетворительные	130-90
		Плохое	90-60
		Очень плохое	< 60

В практике часто о нормальной обеспеченности растений водой судят по ее обеспеченности относительно показателя НВ для конкретной почвы.

20. Оптимум влажности почвы для различных культур (Вальков, 1986)

Содержание воды в почве, % НВ			
>100	100-80	80-70	70-60
Рис	Огурцы	Картофель	Сахарная свекла
		Гречиха	Люцерна
		Горох	Пшеница
		Капуста	Рожь
		Клевер	Ячмень
		Овес	Подсолнечник
		Кукуруза	

Коэффициент водопотребления - количество влаги, затрачиваемое на формирование единицы сухой биомассы. Этот коэффициент специфичен для каждой культуры и меняется в зависимости от климатических особенностей вегетационного периода, уровня почвенного плодородия, доз удобрений и других факторов. Для озимой пшеницы, ржи, ячменя, овса, а также для картофеля этот коэффициент равен 350-400, для кормовой

свеклы, моркови, капусты, кукурузы, вико-овсяной смеси на зеленый корм - 300-400, для многолетних трав на сено - 500-700.

Суммарное водопотребление - это общее количество влаги в м³, расходуемое растениями на формирование урожая с единицы площади.

21. Суммарное водопотребления сельскохозяйственных культур для районов европейской части Нечерноземной зоны РСФСР, м³/га (Каюмов, 1977)

Культура	Характер года		
	влажный	средний	сухой
Озимая пшеница	375-450	400-500	500-525
Озимая рожь	400-425	425-450	450-550
Яровая пшеница	350-400	400-465	435-500
Ячмень	375-425	435-500	470-530
Овес	435-480	500-550	530-590
Кукуруза (зеленая масса)	35-50	44-65	50-70
Картофель	80-85	110-115	120-130
Сахарная свекла	75-85	100-115	115-130
Лен (соломка+семена)	240-250	300-310	370-380
Капуста поздняя	65-75	80-90	90-100
Морковь	65-100	80-120	90-130
Свекла столовая	50-75	60-90	65-100
Многолетние травы (сено)	500-550	600-650	700-750
Многолетние травы (пастбища)	125-140	150-165	175-190

Коэффициент поглощения воды почвой из атмосферных осадков 0.5-0.7.

22. Шкала оценки водопроницаемости

Длительность впитывания 1000 м ³ /га, час	Оценка
< 1	очень высокая
1-3	высокая
3-6	наилучшая
6-12	хорошая
12-24	пониженная
> 24	низкая

Если при определении водопроницаемости почвы на приборе Васильева-Доспехова за 1 час почва пропускает при напоре столба жидкости 5 см и температуре 10⁰C > 1000 мм - это провальная водопроницаемость, если 500-100 - излишне высокая, 100-500 - наилучшая, 70-100 - хорошая, 30-70 - удовлетворительная, < 30 мм - неудовлетворительная.

3. Методика выполнения

Для определения липкости почвы используется прибор Н.А. Качинского. Для этой цели берут 100 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями в 1 мм. Навеску помещают в фарфоровую чашку и доводят до определенной влажности, доливая воду. Например, при МГ почвы 3,0%, необходимо определить липкость при влажности почвы 18%. В этом случае к навеске надо долить 15 см³, так как 3 см³ воды в почве уже имеется. Необходимо определить липкость при разных значениях влажности почвы, начиная с той, при которой диск не будет прилипать к почве.

После доливания воды в почву, ее в чашке тщательно перемешивают, переносят в специальную чашку с ровным дном и прикладывают к ней диск всей поверхностью. Отпустив арретир прибора, на диск кладут гирию для более полного соприкосновения его с почвой. Через минуту гирию снимают и в тигель осторожно насыпают песок до момента отрыва диска. Почву вновь переносят в фарфоровую чашку, увлажняют и определяют липкость по количеству песка. Массу песка делят на площадь диска и рассчитывают липкость в г/см².

$$L = \frac{P}{S}$$

где L - липкость, г/см²; P - усилие, затраченное на отрыв диска, г;
S - площадь диска, см².

Для более полного представления изучаемых явлений одновременно с липкостью определяется и пластичность почвы, ее нижний и верхний предел.

3.1. Нижний предел пластичности

Из почвы скатывают шарик, помещают на стекло и осторожно без нажима раскатывают его в шнур диаметром 3 мм. Влажность нижнего предела пластичности определяют как среднее арифметическое значение из двух значений - когда шнур распадается на кусочки 8-10 мм и когда он образуется.

3.2. Верхний предел пластичности

Определяется с помощью прибора (балансирного конуса) А.М. Васильева. Для этого почву помещают в алюминиевый стаканчик и опускают на нее конус. Влажность почвы, при которой конус погружается в нее на 10 мм за 5 секунд соответствует верхней границе пластичности. При меньшем погружении - в почву добавляют воду, при большем - добавляют сухую почву или подсушивают. После этого в алюминиевый стаканчик отбирают пробу почвы и определяют влажность.

Затем рассчитывают число пластичности (ЧП), которое равно разности между влажностью почвы при верхнем пределе пластичности ($W_{вп}$) и влажностью при нижнем пределе пластичности ($W_{нп}$).

$$\text{ЧП} = W_{вп} - W_{нп}$$

4. Выполнение работы

4.1. Липкость почвы

Название почвы

(варианты): _____

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Площадь диска (см²) определяется по формуле:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

где π - отношение длины окружности к диаметру - 3,14;
D - диаметр цилиндра, см.

23. Определение липкости почвы

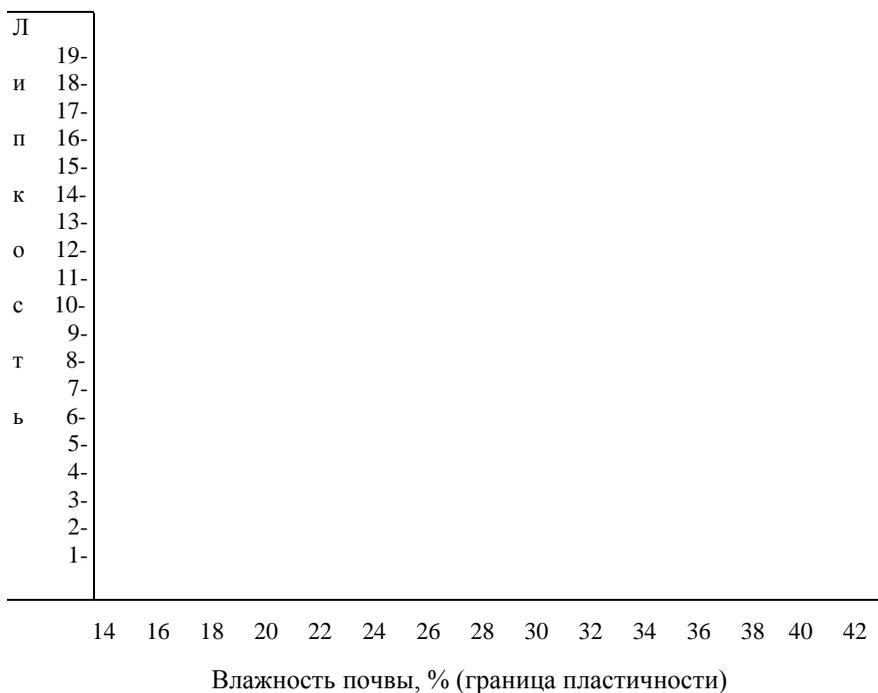
Показатели	Название почвы или варианта	Влажность почвы (заданная), %					
Масса песка при отрыве диска, г	1.						
	2.						
	3.						
Липкость почвы, г/см ²	1.						
	2.						
	3.						

4.2. Пластичность почвы

24. Определение пластичности почвы

Название почвы	Механический состав	Предел пластичности		Число пластичности, %
		верхний	нижний	
1.				
2.				
3.				
4.				

4.3. Графическое изображение влияния влажности на липкость почвы



25. Выбор показателей среднесуглинистых почв, при которых возможна их качественная обработка

Типы почв	Граница влажности		Интервал влажности	
	нижняя (глыбо- образование)	верхняя (залипание)	агротехнически допустимый для обработки	высококаче- ственной об- работки
Дерново- подзолистые	11	22	12-21	15-18
Серые лесные	14	24	15-23	17-18

26. Классификация почв по липкости и пластичности

Почва	Липкость г/см ²	Характеристика по липкости	Число пластичности	Характеристика по пластичности
Песчаная	< 2	Слабовязкие	0	Не пластичная
Супесчаная	2-5	Средневязкие	0-7	Слабопластичная
Суглинистая	5-15	Сильновязкие	7-17	Пластичная
Глинистая	> 15	Предельновязкие	> 17	Высокопластичная

Удельное сопротивление почв - это усилие, необходимое на подрезание пласта почвы, его оборот и трение о рабочую поверхность. Оно в зависимости от почв находится в пределах 0.18-1.2 кг/см². Дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы имеют удельное сопротивление 0.18 кг/см², а глинистые - 0.68.

В зависимости от механического состава различные почвы имеют различное удельное сопротивление: легкие - 0.2-0.35; средние - 0.35-0.55; тяжелые - 0.55-0.8; очень тяжелые почвы - 0.8-1.2 кг/см².

5. Выводы по физико-механическим свойствам почвы, анализ данных, выбор оптимальных условий обработки почвы:

27. Влияние технологий возделывания культур и агрофизические показатели

Горизонт почвы, см	Строение пахотного слоя					
	Объем твердой Фазы почвы, %	общая пористость, %	капиллярная пористость, %	некапиллярная пористость, %	плотность сло-жения почвы, г/см ³	степень аэрации, %
Культура:						
0-10						
10-20						
0-20						
Культура:						
0-10						
10-20						
0-20						
Культура:						
0-10						
10-20						
0-20						
Культура:						
0-10						
10-20						
0-20						

Учебное издание

Владимир Феофанович Мальцев

Михаил Иванович Никифоров

Модульно-блочное построение
курса “ Земледелие” с тестовым контролем знаний

(методические указания и рабочая тетрадь для проведения лабораторно-
практических занятий по разделу: **агрофизические свойства почвы**
для студентов, обучающихся по специальностям:
110200 – Агрономия, 110102 – Агроэкология)

Редактор: Павлютина И.П.

Подписано к печати 24.08.2010 г. Формат А5. Бумага писчая.
Усл. п. л. 2,03. Тираж 100 экз. Изд. №1742.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365, Брянская обл., Выгоничский р-он, с Кокино. Брянская ГСХА