

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОБЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ, ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Методические указания и рабочая тетрадь для проведения
лабораторно-практических занятий по дисциплине:

Земледелие

(раздел: агрофизические факторы плодородия почвы)

для студентов, обучающихся по направлению:

110100.62 – Агрохимия и агропочвоведение

профиль - **Агроэкология**

квалификация – **бакалавр**

Факультет _____

Курс _____

Группа _____

Выполнил (а) _____

Ф.И.О. студента(ки)

УДК 631 : 631.4 (07)
ББК 41.4 : 40.3
Н 62

Никифоров М.И. Методические указания и рабочая тетрадь для проведения лабораторно-практических занятий по разделу: **земледелие (раздел: агрофизические факторы плодородия почвы)** для студентов, обучающихся по направлению: 110100.62 – Агрохимия и агропочвоведение профиль – **Агроэкология** квалификация – **бакалавр** / М.И. Никифоров. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2014. - 28 с.

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

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии агроэкологического института, протокол № 3от «28» ноября 2012г.

© Брянская ГСХА, 2014
© Никифоров М.И., 2014

РАЗДЕЛ 1. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Затраты времени – 10 часов

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 СЛОЖЕНИЯ (ОБЪЕМНА МАССА) ПОЧВЫ** - это масса 1 см³ абсолютно сухой почвы в ненарушенном состоянии.
3. **СТРУКТУРА ПОЧВЫ** - наличие в почве различных по величине и форме агрегатов, в которые склеены почвенные частицы.
4. **СТРУКТУРНОСТЬ ПОЧВЫ** - свойство почвы распадаться на агрегаты при обработке.
5. **ВОДОПРОЧНОСТЬ СТРУКТУРЫ** - способность структурных агрегатов почвы противостоять разрушающему действию воды.
6. **ЛИПКость ПОЧВЫ** - способность влажной почвы прилипать к соприкасающимся с нею предметам.
7. **ПЛАСТИЧНОСТЬ ПОЧВЫ** - способность влажной почвы необратимо менять форму без образования разрывов и трещин после приложения нагрузки.
8. **ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ** - содержание влаги в почве, выраженное в % к её абсолютно сухой массе.
9. **ФИЗИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧВЫ** - состояние почвы по влажности, при котором она хорошо крошится и не прилипает к рабочим органам при обработке.
10. **БИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧВЫ** - состояние почвы по температурному режиму и влажности, при котором интенсивно начинают протекать биологические процессы.
11. **ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ** - свойство почвы пропускать через себя влагу быстро или медленно под влиянием силы тяжести.
12. **ПРЕДЕЛЬНАЯ ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** - количество влаги, которое удерживает почва при оттоке гравитационной воды.
13. **ПОЛНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** - максимальное количество воды, которое может находиться в почве при её затоплении.
14. **ЗАПАС ВЛАГИ "МЕРТВЫЙ"** - наибольшее содержание влаги в почве недоступной для растений.
15. **ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ** - свойство почвы пропускать через себя воздух
16. **ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ** - изменения во времени (суток, сезона или года) содержания или состава воздуха.
17. **КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ** - общий расход влаги в г на образование 1 г сухого вещества, включая и испарение с поверхности почвы.
18. **КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСПИРАЦИИ** - количество испарившейся влаги в г, расходуемое на образование 1 г сухого вещества.

- 19. **ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ** - динамика содержания питательных веществ в течение определенного периода.
- 20. **ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ** - способность удовлетворять потребности растений в факторах жизни.
- 21. **ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЫ** - процесс снижения почвенного плодородия.
- 22. **ПЛОДОРОДИЕ ЕСТЕСТВЕННОЕ** - плодородие, определяемое сложным взаимодействием свойств и режимов почвы, обусловленных природным почвообразовательным процессом без вмешательства человека.
- 23. **ПЛОДОРОДИЕ ИСКУССТВЕННОЕ** - плодородие почвы, определяемое количественными и качественными изменениями свойств и режимов почвы, вызванные воздействием человека.
- 24. **ПЛОДОРОДИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ** - плодородие, определяемое общими количественными и качественными запасами факторов жизни в почве независимо от степени их усвоения.
- 25. **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, строение и плотность сложения пахотного слоя почвы

Работа рассчитана на 4 часа

1. Вопросы для контроля

- 1.1. Понятие о строении пахотного слоя 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. Методы регулирования строения почвы в земледелии.

2. Задание: 2.1. Изучить и освоить методику определения и расчета основных агрофизических показателей плодородия почвы (строения пахотного слоя почвы, плотность сложения почвы): 2.2. Определить влажность почвы, запас доступной и недоступной для растений влаги в почве; 2.3. Определить объём твердой фазы почвы, общую, капиллярную и некапиллярную пористость на конкретных почвенных образцах. 2.3. Сделать выводы по полученным результатам.

3. Методика выполнения работы

Для определения строения (слоения) пахотного слоя почвы методом капиллярного насыщения почвы в цилиндрах 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.

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.

4. Выполнение работы

- Варианты: 1. Пропашная культура _____, горизонт почвы _____ см
 2. Зерновая культура _____, горизонт почвы _____ см
 3. Зернобобовая культура _____, горизонт почвы _____ см
 4. Многолетние травы _____, горизонт почвы _____ см

Почва: Серая лесная легкосуглинистая

1. Определение влажности почвы:
 При отборе образца (W_B)

Вариант	№ бюкса	Масса, г						Влажность почвы, (%) $W_B = \frac{E}{D} \cdot 100$
		пустого бюкса, 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	

После капиллярного насыщения (W_H)

Вариант	№ бюкса	Масса, г						Влажность почвы, (%) $W_H = \frac{E}{D} \cdot 100$
		пустого бюкса, 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	

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

2. Расчет показателей, характеризующих строение $A_{\text{паш}}$ и водообеспеченность

№ 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	500	500	500	500
	диаметр цилиндр	D	см	-	-	-	-
	высота цилиндра	h	см	10	10	10	10

1	2	3	4	5	6	7	8
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	2.5	2.5	2.5	2.5
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				

1	2	3	4	5	6	7	8
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 (г/см³)	$d_0 = \frac{B_5}{V}$	-				
27	Общий запас воды в исследуемом слое почвы	$P = \frac{W_B \cdot d_0 \cdot h^1}{10}$	мм				
		$P = W_B \cdot d_0 \cdot h^1$	г/га				
28	Содержание недоступной для растений влаги	$W_{HD} = \frac{B_{y3} \cdot d_0 \cdot h^1}{10}$	мм				
30	Запас продуктивной (доступной) влаги при отборе образца	$W_{PB} = \frac{(W_B - B_{y3})d_0 \cdot h^1}{10}$	мм				
31	Запас продуктивной (доступной) влаги после капиллярного насыщения	$W_{PH} = \frac{(W_H - B_{y3})d_0 \cdot h^1}{10}$	мм				

Примечание: h¹ – исследуемый слой почв, равный 10 см

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. 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

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%.

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%.

4. 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

5. 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

6. Влажность завядания ($B_{уз}$), 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	-

7. Оптимальное соотношение капиллярных и некапиллярных пор
Для нормального роста сельскохозяйственных культур

№ п/п	Культуры	Содержание от общей пористости, %	
		капиллярных пор	некапиллярных пор
1	Пропашные	55 - 65	35 - 45
2	Зерновые	65 - 75	25 - 35
3	Многолетние травы	70 - 80	20-30

8. Шкала оценка запасов продуктивной влаги по Качинскому

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

Выводы и предложения:

9. Влажность почвы и соответствующий ей запас продуктивной влаги
в слое почвы 0-20 см

Вариант	Влажность почвы, %				Запас продуктивной влаги, мм			
	при отборе образца (W_B)		после насыщения (W_H)		при отборе образца ($W_{ПВ}$)		после насыщения ($W_{ПН}$)	
	факт.	оцен.	факт.	оцен.	факт.	оцен.	факт.	оцен.

10. Строение и плотность сложения слоя почвы 0-20 см

Вариант	$V_5, \%$	$V_6, \%$	$V_7, \%$	$V_8, \%$	$d_0, \text{г/см}^3$

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

Работа рассчитана на 4 часа

1. Вопросы для 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.

2. Задание: 2.1. Изучить методику определения структуры почвы (сухой и мокрый рассев); 2.2. Определить структурный состав почвы по методу В.В. Саввинова. 2.3. Определить водопрочность почвенной структуры на приборе И.М. Бакшеева. 2.4. 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, а 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

- Варианты:** 1. Пропашная культура _____, горизонт почвы _____ см
 2. Зерновая культура _____, горизонт почвы _____ см
 3. Зернобобовая культура _____, горизонт почвы _____ см
 4. Многолетние травы _____, горизонт почвы _____ см

11. Результаты определения содержания мега-, макро- и микроструктуры

Размер фракций, мм	Сухое просеивание		
	Масса фракций, г	Содержание фракций %	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			
0.25-10.0			
Итого		100	

Вывод _____

5. Дополнения к работе 2

13. Шкала для оценки структурного состояния почвы

Оценка структурного состояния	Содержание агрегатов 0,25-10 мм в % к массе почвы	
	воздушносухих	водопрочных
Отличное	> 80	> 70
Хорошее	80-61	70-56
Удовлетворительное	60-41	55-41
Неудовлетворительное	40-20	40-20
Плохое	< 20	< 20

Агрегаты размером от 1 до 5мм 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.

В зависимости от величины агрегатов структуру почвы подразделяют на следующие группы:

1. Микроструктура (пылеватая) - частицы диаметром менее 0.25 мм.

2. Макроструктура (комковато зернистая) - частицы диаметром от 0.25 до 10 мм.

3. Мегоструктура (глыбистая) - частицы диаметром более 10 мм.

Каждая группа структуры делится на несколько разновидностей. Микроструктура включает в себя тонкую (частицы размером < 0.01мм) и грубую (частицы размером > 0.01мм) пыль. Макроструктура подразделяется на мелкокомковатую (частицы размером от 0.25 до 1 мм), среднекомковатую (частицы размером 1-3 мм) и крупнокомковатую (частицы размером от 3 до 10 мм). Мегоструктура бывает мелкоглыбистая (частицы размером от 10 мм до 10 см) и крупноглыбистая (частицы размером свыше 10 см).

Агрономическую ценность имеет макроструктура, а именно, на дерново-подзолистых и серых лесных почвах частицы размером 0.5-5 мм, а на черноземах - 0.25-3 мм. Именно такие частицы почвы обеспечивают в ней оптимальный водно-воздушный режим.

Общее заключение

14. Результаты определения содержания мега-, макро- и микроструктуры по всем вариантам

Размер фракций, мм	Содержание фракций по вариантам, % (сухое просеивание)							
	%	балл	%	балл	%	балл	%	балл
Σ фракции: >0.25		-		-		-		-
<0,25		-		-		-		-
0.25-10.0								
Итого		-		-		-		-

Работа 3. Определение коэффициента водопотребления и влагообеспеченности культур

Работа рассчитана на 1 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 ($W_{вз}$) 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.8) 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.

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 (ρ_0) по культурам

Культура	Начало вегетации (W_1, ρ_0)			Конец вегетации (W_2, ρ_0)		
	Слои почвы, см					
	0-20	20-50	50-100	0-20	20-50	50-100
1	2	3	4	5	6	7
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						
1	2	3	4	1	2	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. 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

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

№ п/п	Показатель	Символ и формула	Един. измер.	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	$W_{\hat{E}} = \sum \frac{W_2 \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
3	Сумма осадков за вегетацию	ΣQ	мм			
4	Суммарный расход воды за вегетацию	$\Sigma P = W_H - W_K + \Sigma Q$	мм			
5	Коэффициент водопотребления	$K_B = \frac{\Sigma P}{Y_{\phi}}$	-			
6	Продуктивный расход влаги	$P_{П} = \frac{Y_{\phi} \cdot K_T \cdot K_{П}}{100}$	мм			
7	Непродуктивный расход воды	$P_H = \Sigma P - P_{П}$	мм			
8	Планируемый урожай	$Y_{П}$	т/га			
9	Суммарный расход воды для планируемого урожая	$\Sigma P_{ПУ} = K_B \cdot Y_{П}$	мм			
10	Содержание недоступной для растений влаги	$W_{HD} = \frac{B_{y3} \cdot d_0 \cdot h}{10}$	мм			
11.	Баланс воды	$B = \pm \Sigma P_{ПУ} - (W_H + \Sigma Q - W_{HD})$	-			

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.

20. 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.

21. 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.

22. 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
Озима 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.

23. 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 10⁰С > 1000 мм - это провальная водопроницаемость, если 500-100 - излишне высокая, 100-500 - наилучшая, 70-100 - хорошая, 30-70 - удовлетворительная, < 30 мм - неудовлетворительная.

Выводы и предложения:

1. Вопросы для контроля

- 1.1. Липкость почвы и методика ее определения.
- 1.2. От чего зависит липкость почвы.
- 1.3. Агротехнические приемы, уменьшающие липкость почвы.
- 1.7. Пластичность почвы. Нижний и верхний предел пластичности почвы: методика их определения.
- 1.8. Физическая и биологическая спелость почвы: их значение и методика определения.
- 1.9. Влияние физико-механических свойств почвы на качество ее обработки.
- 1.10. Мероприятия, улучшающие физико-механические свойства почвы.

2.Задание: 2.1. Изучить методики определения физико-механических свойств почвы: 2.2. Определить липкость почвы и дать анализ полученным данным. 2.3. Определить пластичность почвы. 2.4. Дать комплексную оценку анализируемых образцов по агрофизическим показателям и разработать систему мер по их улучшению.

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 разновидности почвы (варианты):

1. Легкосуглинистая почва
2. Среднесуглинистая почва
3. Супесчаная почва

Площадь диска (см^2) определяется по формуле:

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

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

D - диаметр цилиндра, см.

24. Определение липкости почвы

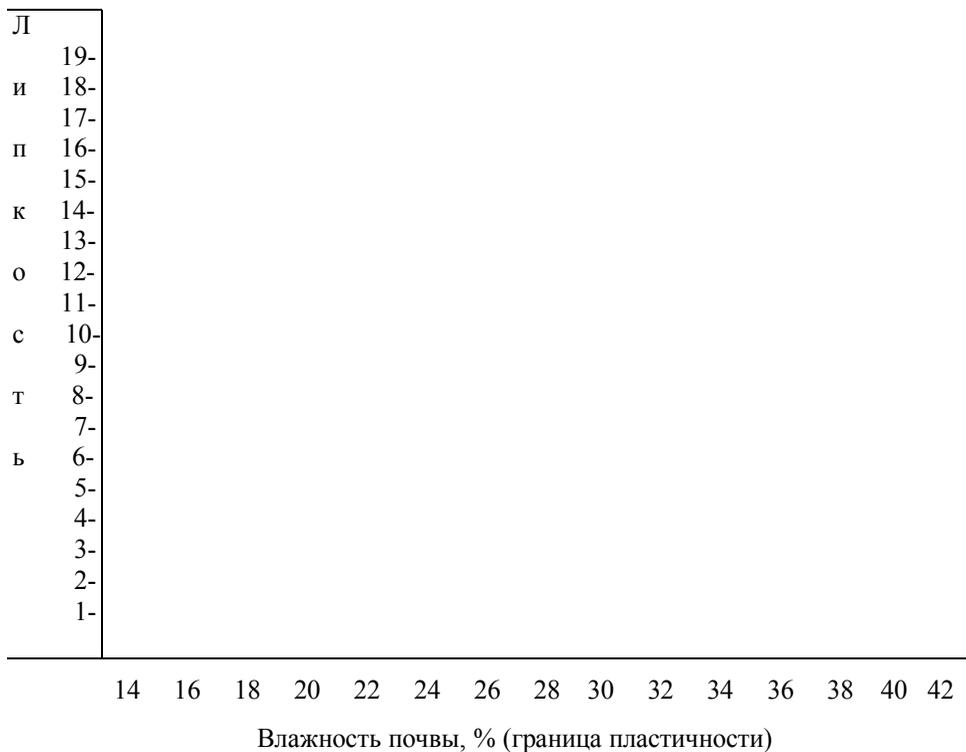
Показатели	Вариант и механический состав почвы	Влажность почвы (заданная), %					
		18	23	31	40	42	
Масса песка при отрыве диска, г	1. Легкосуглинистая	0	10	235	46	21	
	2. Среднесуглинистая	0	57	85	196	87	
	3. Супесчаная	0	63	220	43	12	
Липкость почвы, г/см ²	1. Легкосуглинистая						
	2. Среднесуглинистая						
	3. Супесчаная						

4.2. Пластичность почвы

25. Определение пластичности почвы

Вариант	Механический состав почвы	Предел пластичности:		Число пластичности, %
		верхний	нижний	
1.	Легкосуглинистая	28.9	24.8	
2.	Среднесуглинистая	35	26	
3.	Супесчаная	21.1	19	

4.3. Графическое изображение влияния влажности на липкость почвы



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

4. Дополнения к работе 4

26. 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	высокока- чественной обработки
Дерново-подзолистые	11	22	12-21	15-18
Серые лесные	14	24	15-23	17-18

27. 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.

28. Влияние технологий возделывания культур
и агрофизические показатели плодородия почвы

Горизонт почвы, см	Строение пахотного слоя					
	Объем твердой Фазы почвы, %	общая пористость, %	капиллярная пористость, %	некапиллярная пористость, %	плотность сложения 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						

продолжение таблицы 28

Горизонт почвы, см	Структурное состояние					
	содержание агрегатов, %				коэффициент	
	более 10 мм	0,25-10 мм	менее 0,25 мм	водопрочных 0,25-10 мм	структурности	водопрочности
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

Михаил Иванович Никифоров

Методические указания и рабочая тетрадь для проведения лабораторно-практических занятий по разделу: **земледелие**
(раздел: **агрофизические факторы плодородия почвы**)

для студентов, обучающихся по направлению:
110 100.62 – Агрохимия и агропочвоведение
профиль - **Агроэкология**
квалификация – **бакалавр**

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 05.12.2014 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,63. Тираж 50 экз. Изд. № 2255.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА