

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

В. Е. ТОРИКОВ, О.В. МЕЛЬНИКОВА

# **ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО**

(лабораторно-практические занятия, задания  
для самостоятельной работы, семинаров и коллоквиумов)

*Учебно-методическое пособие для аспирантов  
направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство,  
профиль *Общее земледелие, растениеводство**

Брянск – 2018

УДК 631.5:633/635 (076)

ББК 41/43

Т 59

Ториков, В. Е. **Общее земледелие, растениеводство (лабораторно-практические занятия, задания для самостоятельной работы, семинаров и коллоквиумов):** учебно-методическое пособие для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, профиль Общее земледелие, растениеводство / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 79 с.

В учебно-методическом пособии представлены задания для лабораторно-практических занятий с аспирантами и задания для самостоятельной работы. Основные темы пособия посвящены рассмотрению вопросов организации опытного дела в интенсивном земледелии и методов исследований в агрономии. Изложены научно-теоретические и практические основы устойчивого земледелия, направленные на изучение агрофизических свойств почвы и разработку способов их регулирования, методов изучения сорных растений в агрофитоценозах. Даны задания по разработке системы обработки почвы под основные с.-х. культуры.

Учебно-методическое пособие «Общее земледелие, растениеводство» (практические занятия и задания для самостоятельной работы) рекомендовано для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, профиль Общее земледелие, растениеводство.

**Рецензенты:**

**Романова Ираида Николаевна** - доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрономии и экологии Смоленской государственной сельскохозяйственной академии.

**Малявко Галина Петровна** - доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянского государственного аграрного университета.

*Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссии института экономики и агробизнеса от 9 февраля 2018 года протокол № 5.*

© Брянский ГАУ, 2018

© Ториков В.Е., 2018

© Мельникова О.В., 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТНОГО ДЕЛА В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОНОМИИ   | 6  |
| 2. НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. ИЗУЧЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ                                      | 10 |
| 2.1. Действие элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур на изменение агрофизических свойств почвы, ее влагообеспеченность и разработка мероприятия по их улучшению | 14 |
| 2.2. Основные характеристики параметров плотности сложения почвы, капиллярной и некапиллярной пористости и оценки запасов продуктивной влаги  | 32 |
| 2.3. Действие элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур на структурно-агрегатный состав почвы  | 40 |
| 2.4. Определение коэффициента водопотребления и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур  | 44 |
| 2.5. Определение физико-механических свойств почвы, влияющих на качество ее обработки   | 50 |
| 2.6. Определение гранулометрического (механического) состава почвы по методу М.М. Филатова  | 54 |
| 3. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ  | 60 |
| 3.1. Морфологические особенности сорных растений  | 60 |
| 3.2. Способы учета сорных растений и пороги их вредоносности  | 63 |
| 3.3. Условия эффективного применения гербицидов   | 65 |
| 4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОСНОВНЫЕ С.-Х. КУЛЬТУРЫ   | 69 |
| 4.1. Система обработки почвы под с.-х. культуры   | 69 |
| 4.2. Система обработки почвы вновь осваиваемых землях и в севообороте   | 73 |
| РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА  | 77 |

## ВВЕДЕНИЕ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре по профилю Общее земледелие, растениеводство предусматривает изучение и внедрение адаптивных технологий производства продукции растениеводства, которые обеспечивают не только максимальную продуктивность культурных растений, но и устойчивый рост производства биологически безопасной продукции при одновременном снижении энергозатрат и благоприятных экологических последствиях в агроландшафтах.

**Изучение дисциплины Общее земледелие, растениеводство предусматривает освоение формирование следующих компетенций:**

**УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

**ОПК-1:** владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции;

**ОПК-3:** способность к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав;

**ОПК-4:** готовность организовать работу исследовательского коллектива по проблемам сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции;

**ПК-1:** готовность использовать теоретические и практические знания по рациональному введению и освоению севооборотов, научным основам приемов, способов и системам обработки почвы под сельскохозяйственные культуры и в севообороте;

**ПК-2:** способность обосновать для культурных растений оптимальные параметры агрофизических свойств почвы и разработку путей совершенствования приемов и систем обработки почвы;

**ПК-3:** способность агротехнического обоснования различных способов посева сельскохозяйственных культур и приемов послепосевной обработки почвы в зависимости от зональных особенностей,

уровня плодородия и интенсивности земледелия;

**ПК-4:** готовность оценить влияние сорных растений на качество сельскохозяйственной продукции, взаимодействие культурных и сорных растений; биологические особенности сорных растений, методы механической, биологической, химической и интегрированной борьбы с сорняками.

**ПК-5:** способность владения методами программирования урожаев полевых культур, оценки состояния агрофитоценозов, закономерности фотосинтеза в период вегетации, пути повышения его продуктивности;

**ПК-6:** готовность к разработке агротехнических приемов повышения урожайности и качества продукции растениеводства, эффективных технологий возделывания, уборки полевых культур;

**ПК-7:** способность к изучению особенностей формирования урожая видов (сортов) растений в зависимости от условий возделывания культуры

**ПК-8:** способность самостоятельно организовать и провести научные исследования с использованием современных методов, высокоточных приборов и оборудования при анализе показателей качества продукции и плодородия почв.

## **1. ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТНОГО ДЕЛА В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОНОМИИ**

К основным задачам агрономической науки относятся: разработка теории и практики сохранения почв и повышения их плодородия; агроклиматическое обоснование размещения сельскохозяйственных культур в разных природных зонах страны; разработка рациональных структур посевных площадей и севооборотов соответственно специализации хозяйств; создание новых высокопродуктивных сортов и гибридов растений, устойчивых к болезням и вредителям; исследование вопросов химизации и мелиорации земель при соблюдении экологической безопасности; разработка теории и практики программирования урожая; постоянное усовершенствование методики опытного дела как основы эффективности научных исследований.

Аграрная наука изучает производство, отличающееся сложностью и специфическим своеобразием, которое протекает в слишком разнообразных и непостоянных погодных и почвенно-климатических условиях. Поэтому наука вынуждена разрабатывать дифференцированные региональные и зональные рекомендации с учетом биологических особенностей возделываемых видов и сортов растений и животных. Сложнейший комплекс природных и экономических условий производства определяет и его организационную структуру. Следовательно, при организации производства необходимо знать и уметь сознательно использовать не только его принципы и экономические законы, но и законы развития природы. Это обуславливает ряд специфических особенностей, свойственных лишь сельскохозяйственному производству. Земельные угодья в сельском хозяйстве являются главным и незаменимым средством производства. Предметом труда являются живые организмы (растения, животные, микроорганизмы). Таким образом, экономический процесс воспроизводства в сельском хозяйстве переплетается с биологическим. Это значительно усложняет проведение исследований и разработку научных рекомендаций.

Научная агрономия в своих целях использует главным образом следующие типы опытов: лабораторный, вегетационный, лизиметрический, полевой и производственный.

Лабораторные опыты проводятся в лабораторных условиях без опытных растений. Например, надо изучить, как изменяется содержание доступной растениям воды в почве в связи с изменением ее плотности или как будет изменяться кислотность почвы при внесении различного количества извести. В подобных опытах растения не участвуют, поэтому они и называются лабораторными, а не вегетационными.

Вегетационные опыты проводятся в искусственных условиях, в вегетационных сосудах, в теплицах, оранжереях, вегетационных домиках, в фитотронах в агрономически обоснованной обстановке, регулируемой экспериментатором.

Сосуды для вегетационных опытов применяются из самых различных материалов: стекла, глины, оцинкованного железа, пластика и т.д. В качестве субстрата (среды) для растений используется вода, песок, почва, гравий и т.д. На этом основании вегетационные опыты с названным субстратом получили название водных, песчаных, почвенных, гравийных.

Искусственные условия дают возможность исключить все неблагоприятные не изучаемые факторы и выявить значение того или иного из них в возможно более чистом виде, сделать расчлененный анализ, который в сложной природной обстановке провести нельзя.

Опыты на искусственных средах позволили разрешить ряд очень важных вопросов, относящихся к физиологии растений. Этим методом установлены значение различных элементов в питании растений, механизм их поступления в растения, концентрации, взаимодействия, антагонизм ионов и т.д.

Учеными для водных культур разработаны искусственные питательные среды, получившие название растворов В. Кнопа, К.А. Тириязева, Д.Н. Прянишникова и др.

Вегетационные опыты с почвенными культурами приближаются к производственным условиям. Эти опыты используются для определения содержания в почве доступных (усвояемых) растениям питательных веществ и т.д.

Однако результаты вегетационных опытов, по мнению большинства ученых, нельзя непосредственно переносить на полевую обстановку, что не умаляет значения этого метода исследований.

Лизиметрический метод от вегетационного отличается тем, что исследование (изучение) жизни растений и свойств почвы проводится в поле, в специальных лизиметрах, в которых определенный объем почвы отгорожен со всех сторон от окружающей почвы (с боков и снизу). В этих опытах изучаются водный баланс под различными культурами, вымывание и передвижение питательных веществ атмосферными осадками; определяются транспирационные коэффициенты в естественной обстановке и т.д.

Между лизиметрическими и полевыми опытами следует назвать промежуточные - вегетационно-полевые и мелко деляночные полевые опыты.

Вегетационно-полевые опыты проводятся в полевой обстанов-

ке в цилиндрических или квадратных сосудах без дна. Почва здесь отгорожена только с боков на глубину 20-30 см и более. Эти опыты могут быть использованы для оценки эффективности удобрений, плодородия различных генетических горизонтов почвы и других целей.

Мелко деляночные полевые опыты еще больше сближаются с полевыми опытами, но отличаются от них тем, что площади опытных делянок имеют размер в несколько квадратных метров: 4, 8, 10. На таких делянках все работы выполняются вручную, количество растений незначительно, а их агротехника - не типичная для производственных условий.

В этих опытах могут изучаться такие вопросы, как степень плодородия различных генетических горизонтов почвы, влияние степени плотности пахотного слоя или разных его частей на запасы доступной воды и урожай растений, размещение по профилю пахотного слоя удобрений и др.

Полевой опыт представляет собой метод исследования, который проводится в полевой обстановке на специально выделенном участке в целях установления влияния факторов жизни, условий или приемов возделывания на урожай сельскохозяйственных растений и его качество.

Особенность его, в отличие от рассмотренных, состоит в том, что культурное растение изучается вместе со всей совокупностью почвенных, климатических, агротехнических, а часто и в условиях, очень близких к производственным или непосредственно в производственных условиях.

### **Вопросы для самоконтроля знаний**

1. Каковы основные задачи агрономической науки?
2. Какие типы опытов использует научная агрономия?
3. Дайте краткую характеристику лабораторным опытам?
4. Каково основное назначение вегетационных опытов?
5. Назовите основную особенность полевого опыта?

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Мельникова О.В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. Брянск. – 2009а. - 45 С.
2. Мельникова О.В. Технологии возделывания культур и биологическая активность почвы / Земледелие. – 2009б.- №1. - С. 22-24.

3. Торикив, В.Е. Влияние системы удобрения на агроэкологические свойства почвы, урожайность, содержание сырой клейковины, аминокислотного и элементного состава в зерне мягкой озимой пшеницы / В.Е. Торикив [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (46). С. 8-20.
4. Торикив, В.Е. Влияние условий выращивания и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.Е. Торикив, А.А. Осипов // Аграрный вестник Урала. 2015. № 6 (136). С. 24-28.
5. Торикив, В.Е. Технологии возделывания и качество зерна озимой пшеницы: монография. / В.Е. Торикив, С.Н. Куликович. Брянск: Изд-во БГСХА, 2013. С. 248.
6. Торикив В.Е. Экологическая безопасность продукции растениеводства/ В.Е. Торикив, О.В. Мельникова, Г.П. Малявко, А.В. Волков. Брянск: Изд-во БГСХА, 2012. С. 95.
7. Торикив В.Е. Производство продукции растениеводства/ В.Е. Торикив, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 512 с.
8. Торикив В.Е. Научные основы агрономии / В.Е. Торикив, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 348 с.
9. Торикив В.Е. Методика преподавания дисциплины «Растениеводство»/ В.Е. Торикив, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 196 с.

## 2. НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. ИЗУЧЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

|  |   |
|--|---|
| <b>СТРОЕНИЕ<br/>ПАХОТНОГО СЛОЯ</b>                                     | - соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами почвенных пор.  |
| <b>ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ<br/>ФАЗЫ (УДЕЛЬНАЯ МАССА<br/>ПОЧВЫ)</b>           | - масса 1 см <sup>3</sup> твердой фазы почвы в граммах, соотнесенная с массой 1 см <sup>3</sup> воды при температуре +4.0 <sup>0</sup> C. |
| <b>ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ<br/>(ОБЪЕМНАЯ МАССА)<br/>ПОЧВЫ</b>               | - масса 1 см <sup>3</sup> абсолютно сухой почвы в ненарушенном состоянии.   |
| <b>РАВНОВЕСНАЯ ОБЪЕМ-<br/>НАЯ МАССА (ПЛОТНОСТЬ)<br/>ПОЧВЫ</b>          | - объемная масса почвы при её естественном сложении, образующаяся под воздействием природных факторов и собственной силы тяжести.         |
| <b>СТРУКТУРА ПОЧВЫ</b>   | - наличие в почве различных по величине и форме агрегатов, в которые склеены почвенные частицы.   |
| <b>СТРУКТУРНОСТЬ ПОЧВЫ</b>   | - свойство почвы распадаться на агрегаты при обработке.   |
| <b>КОЭФФИЦИЕНТ<br/>СТРУКТУРНОСТИ</b>                                   | - отношение массы частиц от 0,25 до 10 мм к суммарной массе частиц более 10 мм и менее 0,25 мм.   |
| <b>ВОДОПРОЧНОСТЬ СТРУК-<br/>ТУРЫ</b>                                   | - способность структурных агрегатов почвы противостоять разрушающему действию воды.   |
| <b>ЛИПКость ПОЧВЫ</b>  | - способность влажной почвы прилипать к соприкасающимся с нею предметам.  |
| <b>ПЛАСТИЧНОСТЬ ПОЧВЫ</b>  | - способность влажной почвы необратимо менять форму без образования разрывов и трещин после приложения нагрузки.                          |
| <b>ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ ПЛА-<br/>СТИЧНОСТИ (НИЖНИЙ<br/>ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ)</b> | - состояние почвы по влажности, при котором она из пластичного состояния переходит в текучее.   |

|  |   |
|--|---|
| <b>НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ ПЛАСТИЧНОСТИ</b>          | - состояние почвы по влажности, при котором её образец можно скатать в жгут 3 мм без образования в нем разрывов.          |
| <b>ЧИСЛО ПЛАСТИЧНОСТИ</b>                  | - разность между влажностью почвы при верхнем и нижнем пределе пластичности.  |
| <b>ВЛАЖНОСТЬ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ</b>      | - влажность почвы, при которой образуется наибольшее количество агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 7 мм.  |
| <b>ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ</b>                     | - свойство почвы в естественном состоянии сопротивляться сжатию и расклиниванию.  |
| <b>СВЯЗНОСТЬ ПОЧВЫ</b>                     | - способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы.                           |
| <b>ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ</b>                     | - содержание влаги в почве, выраженное в % к её абсолютно сухой массе.  |
| <b>ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ</b>                  | - способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды.  |
| <b>ФИЗИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧВЫ</b>           | - состояние почвы по влажности, при котором она хорошо крошится и не прилипает к рабочим органам при обработке.           |
| <b>БИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧВЫ</b>        | - состояние почвы по температурному режиму и влажности, при котором интенсивно начинают протекать биологические процессы. |
| <b>ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ</b>             | - свойство почвы пропускать через себя влагу быстро или медленно под влиянием силы тяжести.                               |
| <b>ГИГРОСКОПИЧЕСКАЯ ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ</b>    | - количество воды, содержащееся в воздушно сухой почве.   |
| <b>МАКСИМАЛЬНАЯ ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ ПОЧВЫ</b> | - количество воды, содержащееся в почве при помещении её в атмосферу, насыщенную водяными парами.                         |
| <b>ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ ПОЧВЫ</b>              | - способность почвы сорбировать на поверхности частиц паров воды из воздуха.  |

|   |  |
|---|--|
| <b>ВЛАЖНОСТЬ ЗАВЯДАНИЯ</b>                                  | - влажность почвы, при которой у растений обнаруживаются первые признаки устойчивого завядания, которые не исчезают при длительном выдерживании растений в насыщенной водяными парами атмосфере. |
| <b>МАКСИМАЛЬНАЯ АБ-СОРБЦИОННАЯ (МОЛЕКУЛЯРНАЯ) ВЛАЖНОСТЬ</b> | - наибольшее количество влаги, которое может удержаться в почве силами молекулярного притяжения между твердыми частицами и водой.  |
| <b>ВЛАЖНОСТЬ РАЗРЫВА КАПИЛЛЯРНЫХ СВЯЗЕЙ</b>                 | - количество почвенной влаги, при которой её подвижность резко снижается.  |
| <b>ПРЕДЕЛЬНАЯ ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ</b>                      | - количество влаги, которое удерживает почва при оттоке гравитационной воды.   |
| <b>КАПИЛЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ</b>                             | - равновесная влажность почвы, находящейся в пределах каймы грунтовых вод  |
| <b>ПОЛНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ</b>                                  | - максимальное количество воды, которое может находиться в почве при её затоплении.  |
| <b>ВОДОПОДЪЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ</b>                      | - способность почвы поднимать влагу из нижних горизонтов, насыщенных водой в верхние.  |
| <b>ЗАПАС ВЛАГИ "МЕРТВЫЙ"</b>                                | - наибольшее содержание влаги в почве недоступной для растений.  |
| <b>ВОЗДУХОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ</b>                                 | - объем почвенных пор, заполненных воздухом, при влажности почвы, соответствующей ППВ.   |
| <b>ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ</b>                           | - свойство почвы пропускать через себя воздух  |
| <b>ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ</b>                                | - изменения во времени (суток, сезона или года) содержания или состава воздуха.  |
| <b>КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ</b>                          | - общий расход влаги в г на образование 1 г сухого вещества, включая и испарение с поверхности почвы.  |
| <b>КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСПИРАЦИИ</b>                             | - количество испарившейся влаги в г, расходуемое на образование 1 г сухого вещества.   |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>ВОДНЫЙ БАЛАНС ПОЧВЫ</b>         | - количественная характеристика водного режима почвы или совокупность всех видов поступления влаги в почву и её расхода за определенный промежуток времени.    |
| <b>ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОЧВЫ</b>       | - соотношение прихода и расхода тепла за определенный промежуток времени и для определенного слоя почвы.   |
| <b>ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОЧВЫ</b>      | - способность передавать тепло от слоя к слою.   |
| <b>ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ</b>          | - способность поглощать тепло.   |
| <b>УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ</b>       | - количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 г сухой почвы на 1 <sup>0</sup> С.  |
| <b>ОБЪЕМНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ</b> | - количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см <sup>3</sup> сухой почвы на 1 <sup>0</sup> С.  |
| <b>ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ</b>     | - динамика содержания питательных веществ в течение определенного периода.   |
| <b>ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ</b>            | - способность удовлетворять потребности растений в факторах жизни.   |
| <b>ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЫ</b>            | - процесс снижения почвенного плодородия.  |
| <b>ПЛОДОРОДИЕ ЕСТЕСТВЕННОЕ</b>     | - плодородие, определяемое сложным взаимодействием свойств и режимов почвы, обусловленных природным почвообразовательным процессом без вмешательства человека. |
| <b>ПЛОДОРОДИЕ ИСКУССТВЕННОЕ</b>    | - плодородие почвы, определяемое количественными и качественными изменениями свойств и режимов почвы, вызванные воздействием человека.                         |
| <b>ПЛОДОРОДИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ</b>    | - плодородие, определяемое общими количественными и качественными запасами факторов жизни в почве независимо от степени их усвоения.                           |
| <b>ПЛОДОРОДИЕ ЭФФЕКТИВНОЕ</b>      | - плодородие, определяемое количественными и качественными запасами факторов жизни в почве в усвояемой форме.  |

## **2.1. Действие элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур на изменение агрофизических свойств почвы, ее влагообеспеченность и разработка мероприятий по их улучшению**

Механические элементы почвы могут находиться в отдельно частичном состоянии или быть объединены под влиянием различных причин в структурные отдельные (агрегаты, комки, комочки) разной формы и размера.

Способность почвы распадаться на агрегаты называется структурностью, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется почвенной структурой.

Различают два вида понятия структурности почвы: морфологические и агрономические. В морфологическом понимании хорошей будет всякая чётко выраженная структура: ореховатая, столбчатая, призмовидная, пластинчатая и т.п. Каждой генетически различной почве, а внутри её отдельным горизонтам присуща своя, характерная структура. Её формирование тесно связано с условиями образования данного почвенного типа.

Агрономически ценной является только такая структура, которая обеспечивает плодородие почвы. Оптимальные условия водного и воздушного режимов с мелкокомковатой и зернистой структурой.

В настоящее время почвенную структуру по размерам агрегатов подразделяют следующим образом: глыбистая (агрегаты > 10 мм); комковато-зернистая, или макроструктура (агрегаты 10-0,25 мм); микроструктура (агрегаты < 0,25 мм).

П.А. Костычевым было предложено классифицировать структуру почвы на водопрочную (агрономически ценную) и не водопрочную.

Качественная оценка структуры определяется ее размером, пористостью, механической прочностью и водопрочностью. Наиболее агрономически ценными являются макроагрегаты размером 0,25 - 10 мм, обладающие высокой пористостью (>45%), механической прочностью и водопрочностью.

Благоприятное влияние на агрономические свойства почв оказывает и микроструктура при условии ее пористости и водопрочности. Наилучшими являются микроагрегаты размером 0,25 - 0,05 и 0,05 и 0,01 мм. Микроагрегаты размером средней пыли (0,01 - 0,005 мм) затрудняют водо- и воздухопроницаемость, способствуют повышению испаряющей способности почв.

В формировании макроструктуры почвы следует различать два основных процесса: механическое разделение почвы на агрегаты

(комки) и образование прочных, не размываемых в воде отдельностей (агрономически ценные почвенные структуры).

Указанные процессы протекают под воздействием физико-механических, физико-химических, химических и биологических факторов структурообразования.

Важная роль в структурообразовании принадлежит физико-химическим факторам - коагуляции и цементирующему воздействию почвенных коллоидов.

С агрономической точки зрения важны не столько форма структурных отдельностей, сколько их размер, степень водопрочности и пористости.

Водопрочность приобретает в результате скрепления механических элементов и микроагрегатов коллоидными веществами (органическими и минеральными). Но чтобы отдельности, скрепленные коллоидами, не расплывались от действия воды, коллоиды должны быть необратимо скоагулированы. Такими коагуляторами в почвах чаще всего являются двух- и трехвалентные катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .

Почвенные коллоиды, насыщенные двух- и трехвалентными катионами, могут образовать прочные структурные отдельности, не размываемые водой.

При наличии одновалентных катионов, таких, как  $\text{Na}^+$ , необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется.

Наиболее прочно скрепляющими веществами являются гуматы кальция (органические коллоиды).

Большое значение в образовании водопрочной структуры принадлежит и минеральным коллоидам. Однако почвенные агрегаты, образующиеся при участии только минеральных коллоидов, без гумусовых веществ, не обладают водопрочностью.

Из высокодисперсных минералов наибольшее значение в создании водопрочной структуры имеют глинистые минералы и минералы гидроокисей железа и алюминия.

Минералы гидроокисей железа и алюминия играют важную роль в оструктуривании многих красноцветных глин и красноземов.

Основная роль в структурообразовании принадлежит биологическим факторам, т.е. растительности и организмам, населяющим почву. Растительность механически уплотняет почву и разделяет ее на комки и главным образом участвует в образовании гумуса.

Наиболее сильное оструктуривающее влияние на почву оказывает многолетняя травянистая растительность. Она обладает сильноразветвленной корневой системой, которая образует при разложении большое количество связанного с кальцием гумуса, и там, где со-

здаются благоприятные условия для развития травянистой растительности, формируются хорошо оструктуренные почвы (луговые, лугово-черноземные, черноземы и др.).

Деятельность червей в оструктуривании почв давно известна. Частички почвы, проходя через кишечный тракт дождевых червей, уплотняются и выбрасываются в виде небольших комочков - капролитов. Эти комочки обладают высокой водопрочностью. Структура, созданная дождевыми червями, по форме легко отличима - поверхность агрегатов носит «оплавленный» характер.

Коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза микроорганизмов являются цементирующими веществами в почве и способствуют структурообразованию.

Наибольшей водопрочностью обладают почвы черноземной зоны, где оптимально выражены природные факторы структурообразования (мощное развитие травянистой растительности, большое содержание гумуса с преобладанием в нем гуматов кальция, высокая микробиологическая активность почв и др.). К северу и югу от указанной зоны наблюдается меньшая водопрочность структуры почвы.

Благоприятно сказывается на структурообразовании обработка почвы в состоянии ее физической спелости, и, наоборот, при обработке почвы в пересохшем состоянии она сильно распыляется, а при обработке в переувлажненном состоянии образуется глыбистая поверхность.

Следует подчеркнуть, что одной механической обработкой нельзя создать водопрочную структуру почвы.

Устойчивость структуры к механическому воздействию (связность) и способность не разрушаться при увлажнении (водопрочность) определяют сохранение почвой благоприятного сложения при многократных обработках и увлажнении. При отсутствии этих качеств структурные отдельности быстро разрушаются при обработке и выпадении дождей или орошении и почва становится бесструктурной. Во влажном состоянии такая почва заплывает, при подсыхании образует корку.

Необходимо иметь в виду, что не всякая водопрочная структура агрономически ценная. Важно, чтобы водопрочные агрегаты имели рыхлую упаковку, были пористые и обладали способностью легко воспринимать воду, чтобы в их поры легко проникали корневые волоски и микроорганизмы. При плотной упаковке агрегатов пористость их низкая (30-40%), поры тонкие, в них с трудом проникают микроорганизмы и корневые волоски. Водопрочность таких агрегатов обусловлена слабым проникновением в поры воды. Такая структура в агрономическом отношении не является ценной.

Агрономическое значение структуры заключается в том, что

она оказывает положительное влияние на следующие свойства, а также режимы почв.

Физические свойства влияют на такие показатели, как пористость, плотность сложения; водный, воздушный, тепловой, окислительно - восстановительный, микробиологический и питательный режимы; физико - механические свойства - связность, удельное сопротивление при обработке, коркообразование, противоэрозионную устойчивость почв.

Агрономически ценная структура, придавая почве рыхлое сложение, облегчает прорастание семян и распространение корней растений, а также уменьшает энергетические затраты на механическую обработку почвы.

В бесструктурной почве механические элементы лежат плотно, поэтому в ней образуются в основном капиллярные поры. Эти особенности строения и пористости структурных и бесструктурных почв оказывают огромное влияние на водно-воздушный и питательный режимы.

Бесструктурной почвой вода поглощается медленно, значительная часть ее может теряться вследствие поверхностного стока. При избыточном увлажнении все промежутки заполнены водой, воздух отсутствует. В этих условиях развиваются анаэробные процессы, ведущие к потерям азота в результате денитрификации, образованию вредных для растений закисных форм железа и марганца, накоплению подвижных несиликатных форм полуторных окислов и к закреплению фосфора в труднорастворимые формы, т.е. создается неблагоприятный питательный режим.

При недостаточном увлажнении в почве много воздуха и кислорода, но растения испытывают недостаток в воде.

Более плотное сложение и повышенная связность бесструктурных почв повышают удельное сопротивление при их обработке и ухудшают развитие корней растений. Как отмечалось выше, структурная почва хорошо поглощает воду и резко снижает поверхностный сток, а следовательно, смыв и размыв почвы, а структурные комочки размером более 1- 2 мм устойчиво противостоят выветриванию.

Структура почвы динамична. Она разрушается и восстанавливается под влиянием различных факторов. Управление ими позволяет поддерживать почву в необходимом структурном состоянии. Причинами утраты структуры являются: механическое разрушение, физико-химические явления и биологические процессы. Важнейшими путями уменьшения механического разрушения почвенной структуры является обработка почвы в состоянии ее физиологической спелости, а также минимализация обработки.

Приемы химической мелиорации почв (известкование, гипсование и др.), приводящие к обогащению ППК обменным кальцием, способствуют и улучшению структуры.

Биологические причины разрушения структуры связаны с процессами минерализации почвенного гумуса - главного клеящего вещества при образовании структуры.

К агротехническим методам оструктурирования почв относятся посев многолетних трав, обработка почвы в спелом состоянии, известкование кислых почв, гипсование солонцов и солонцовых почв, внесение органических и минеральных удобрений.

Большое влияние на оструктурирование почвы оказывают органические удобрения - навоз, торфокомпосты, сидераты. Минеральные удобрения улучшают структуру почвы, так как при этом растения развивают более мощную корневую систему и оставляют в пахотном слое много корневых и пожнивных остатков.

Улучшение структурного состояния почв возможно также с помощью искусственных структурообразователей. Внесение сополимера из метакриловой кислоты (60%) и метакриламида (40%) только в количестве 0,001% массы почвы существенно увеличивает водопрочность структуры.

К общим физическим свойствам относятся плотность почвы, плотность твердой фазы и пористость. Плотность твердой фазы почвы - отношение массы ее твердой фазы к массе воды в том же объеме при +40С.

Зависит она от химического, минералогического состава и определяется средней плотностью веществ, составляющих данную почву, и их относительным содержанием.

Различные типы почв имеют неодинаковую плотность твердой фазы. Ее величина для минеральных почв колеблется от 2,4 до 2,8 г/см<sup>3</sup> и зависит от минералогического состава почвы и содержания органических компонентов. Дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на алюмосиликатных породах и бедные органическим веществом, имеют плотность твердой фазы 2,65 - 2,70 г/см<sup>3</sup>. Плотность твердой фазы мало-гумусированных горизонтов субтропических почв 2,7 - 2,8, богатых органическими компонентами торфяников 1,4 - 1,8 г/см<sup>3</sup>.

**Плотность почвы** - это масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Выражается в граммах на 1 см<sup>3</sup>. При определении плотности узнают массу почвы в единице объема со всеми порами, поэтому плотность почвы будет всегда меньше плотности твердой фазы ее.

На величину плотности влияют минералогический и механи-

ческий состав почв, содержание в них органического вещества, структурность, сложение. Существенное влияние на плотность оказывает обработка.

Наиболее рыхлой почва бывает короткий период после обработки, а затем начинается ее уплотнение. После какого-то срока почва достигает определенной плотности, которая затем мало изменяется. Такая плотность называется равновесной (табл. 1).

Таблица 1 - Оценка плотности скелета почвы (по Н.А. Качинскому)

| Плотность скелета почвы, г/см <sup>3</sup> | Оценка почвы суглинистого и глинистого гранулометрического состава  |
|--|---|
| <1   | Почва вспушена или богата органическим веществом, например, дернина в полевых и лесных почвах, мерзлая сырая почва в пахотном слое  |
| 1,0-1,1                                    | Типичные величины для культурной свежеспаханной пашни   |
| 1,2  | Пашня уплотнена   |
| 1,3-1,4                                    | Пашня сильно уплотнена  |
| 1,4-1,6                                    | Типичная величина для подпахотных горизонтов различных почв   |
| 1,6-1,8                                    | Сильно уплотненные иллювиальные горизонты, преимущественно подзолистых почв и солодей; горизонт краснозема. Для песчаных полевых почв характерны величины 1,3-1,5; в дерновом горизонте в садах и лесных песчаных почвах может быть 1,2-1,3 |

Определение плотности сухой почвы ненарушенного сложения нужно обязательно проводить по генетическим горизонтам.

**Пористость** - это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы, почвы. Пористость выражается в процентах от общего объема почвы. В разных горизонтах минеральных почв пористость изменяется в широких пределах (25-80%), в гумусовых горизонтах обычно составляет 50-60%, для болотных торфяных почв 80-90%.

В зависимости от величины пор различают капиллярную и некапиллярную пористость.

Капиллярная пористость равна объему капиллярных промежутков почвы, некапиллярная - объему крупных пор. Сумма видов пористости составляет общую пористость почвы. Ее обычно вычисляют по показателям плотности почвы и плотности твердой фазы: где отношение составляет объем твердой фазы почвы, а за единицу принимается общий объем почвы со всеми ее порами. Экспериментально общую пористость определяют заполнением всех пор жидкостью, объем которой замеряют.

С общей пористостью связана водопроницаемость, воздухопроницаемость и воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой.

Самые благоприятные условия увлажнения и воздухообеспеченности складываются в почвах при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1:1.

По Н.А. Качинскому, пористость подразделяется на общую, пористость агрегатов; межагрегатную, капиллярную, поры, заполненные прочносвязанной водой; поры, заполненные рыхлосвязанной водой; поры, занятые воздухом (пористость аэрации). Для оценки порозности почвы Н.А. Качинский дает следующую примерную шкалу (табл. 2).

В агрономическом отношении важно, чтобы почвы имели наибольшую пористость капилляров, заполненную водой, и одновременно пористость аэрации не менее 15 % объема в минеральных и 30-40 % в торфяных почвах.

Таблица 2 - Оценка порозности почвы

| Порозность, % | Оценка   |
|---------------|--|
| 55-65         | Культурный пахотный слой                           |
| Свыше 70      | Почва вспушена                                     |
| 50-55         | Удовлетворительная для пахотного слоя              |
| <50           | Неудовлетворительная для пахотного слоя            |
| 25-40         | Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов |

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

**Пластичность** - способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы без нарушения сплошности и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется только при влажном состоянии почвы. В зависимости от степени увлажнения характер пластичности изменяется.

Пластичность теснейшим образом связана с механическим составом почв. Глинистые почвы имеют число пластичности более 17; суглинистые - в пределах 7 - 17; супеси - меньше 7; пески непластичны (число пластичности->0).

При высоком содержании гумуса пластичность почвы уменьшается.

**Липкость** - свойство влажной почвы прилипать к другим телам. В результате прилипания почвы к рабочим частям машин и орудий увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы.

Величина липкости определяется силой, требующейся для отрыва металлической пластинки от влажной почвы. Липкость выражается в граммах на 1 см<sup>2</sup>. Она проявляется при увлажнении почвы, при-

ближающемся к верхнему пределу пластичности. Высокогумусированные почвы (черноземы, дерновые) даже при высоком увлажнении (30 - 35 % от массы) не проявляют липкости.

Состав поглощенных оснований почвы в значительной мере определяет ее липкость. Увеличение степени насыщенности почвы кальцием способствует снижению величины прилипания, тогда как с возрастанием насыщенности натрием липкость почвы резко увеличивается.

На прилипание существенно влияет механический состав почвы. У глинистых почв липкость наиболее значительна, у песка она наименьшая.

Н.А. Качинский делит почвы по липкости на предельно вязкие ( $>15 \text{ г/см}^2$ ), сильновязкие (5 - 15), средние по вязкости (2 - 5), слабовязкие ( $<2 \text{ г/см}^2$ ).

С липкостью связано такое важное агрономическое свойство почвы, как физическая спелость. Когда у почвы при обработке исчезает свойство прилипать к сельскохозяйственным орудиям и появляется способность крошиться на комки, такое состояние влажности отвечает физической спелости. Более гумусированные почвы пригодны для обработки весной раньше, чем их малогумусные аналоги.

Кроме физической, выделяется, в зависимости от температурного режима, биологическая спелость почвы, т. е. такое ее состояние, при котором активно проявляются биологические процессы (жизнедеятельность микроорганизмов, прорастание семян и др.).

**Набухание** - это увеличение объема почвы при увлажнении. Набухание присуще мелкоземным почвам, содержащим большое количество коллоидов, и объясняется связыванием тонкими частицами почвы молекул воды (увеличением гидратных оболочек).

Величина набухания зависит от количества и качества коллоидов. Наиболее набухаемы глинистые почвы. Органические коллоиды при увлажнении также сильно увеличиваются в объеме.

Набухание почвы может вызвать неблагоприятные в агрономическом отношении изменения в поверхностном слое почвы. Вследствие набухания частички почвы могут быть настолько разделены пленками воды, что это приведет к разрушению агрегатов.

**Усадка** - сокращение объема почвы при высыхании. Величина усадки обусловлена теми же факторами, что и набухание. Чем больше набухание, тем сильнее усадка почвы. Усадку можно измерять в объемных процентах по отношению к исходному объему.

При сильной усадке в почве образуются многочисленные трещины, происходит разрыв корней растений, усиливается физическое испарение влаги.

Важнейшие технологические показатели - величина энергетических затрат, расход горючего, смазочных материалов, износ сельскохозяйственных машин и др. - определяются связностью и твердостью почвенных частиц.

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

Наибольшей связностью характеризуются глинистые почвы, наименьшей - песчаные. Малоструктурные почвы в сухом состоянии имеют максимальную связность. Выражается она в  $\text{кг}/\text{см}^2$ .

**Твердость** - сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела (шара, конуса, цилиндра и т.д.). Измеряется твердость при помощи твердомеров и выражается в  $\text{кг}/\text{см}^2$ . Твердость почв изменяется в очень широких пределах: от 5 до  $60 \text{ кг}/\text{см}^2$  и выше.

Высокая твердость - признак плохих физико-химических и агрофизических свойств почв. В этих условиях требуются большие затраты энергии на обработку, затрудняется прорастание семян, корни плохо проникают в почву. Она хуже пропускает влагу и воздух. На почвах со значительной твердостью растения развиваются плохо. Твердость почвы зависит от ее увлажнения. По мере уменьшения влажности она резко возрастает.

Заметное влияние на твердость оказывает структурность почвы. Распыленная почва при высыхании оказывает значительно большее механическое сопротивление, чем комковато-зернистая.

С твердостью связана такая важная технологическая характеристика почвы, как сопротивление ее обработке. В обычном интервале влажности сопротивление почвы при обработке находится в прямой зависимости от твердости почвы.

**Удельное сопротивление** - усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Удельным сопротивлением обуславливается величина силы тяги при вспашке почвы.

Выражается удельное сопротивление в килограммах на  $1 \text{ см}^2$ . В зависимости от механического состава, физико-химических свойств, влажности и агрохозяйственного состояния удельное сопротивление почвы изменяется в пределах от 0,2 до  $1,2 \text{ кг}/\text{см}^2$ .

Наименьшим удельным сопротивлением характеризуются не насыщенные основаниями почвы легкого механического состава (су-

песчаные и песчаные), самым большим - тяжелосуглинистые и глинистые почвы солонцового типа, содержащие свыше 20-30% натрия от емкости поглощения. Существенное влияние на удельное сопротивление оказывает увлажнение почвы. Максимальное удельное сопротивление наблюдается при влажности, близкой к влажности устойчивого завядания, минимальное - при средней увлажненности почвы.

Почвы с хорошей структурой при прочих равных условиях оказывают меньшее сопротивление при обработке, чем бесструктурные.

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

Агротехнические приемы (вспашка, культивация, прикатывание и др.) значительно изменяют плотность и общую пористость пахотного и подпахотного горизонтов почв, их удельное сопротивление. В результате применения различных агротехнических приемов верхние горизонты почв приобретают благоприятное строение. Оптимальная плотность пахотного слоя почвы определяется биологическими особенностями сельскохозяйственной культуры, а также погодными условиями.

Использование различных агротехнических приемов вызывает изменение физических свойств всего корнеобитаемого слоя почвы. При постоянной глубине обработки сильно уплотняется подпахотный слой - образуется плужная подошва, которая нарушает водопроницаемость и газообмен почвы, затрудняет развитие корневой системы. Подпахотное рыхление способствует устранению неблагоприятных физических свойств почвы.

Химические приемы мелиорации изменяют состав поглощенных оснований и весь комплекс физических и физико-химических свойств почв. К наиболее распространенным химическим приемам улучшения физических свойств почв относятся известкование кислых почв, гипсование солонцов, внесение искусственных клеящих веществ (полимеров). В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность.

Биологические приемы улучшения физических свойств почв - это воздействие культурной растительности, посев сидератов, внесение органических удобрений. Химическую мелиорацию почв (известкование, гипсование) необходимо проводить совместно с применением органических удобрений. В результате такого комплексного воздействия почва значительно изменяет плодородие.

**Вода - один из незаменимых факторов, определяющих жиз-**

недеятельность организмов. Ей принадлежит важнейшая роль в выветривании горных пород и почвообразовании.

В результате перемещения водой органических, органоминеральных и минеральных соединений формируется почвенный профиль.

Нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов невозможно без достаточного количества влаги. Для создания 1 г сухого вещества растения расходуют от 200 до 1000 г воды.

Вода, как терморегулирующий фактор, определяет расход тепла из почвы и растений вследствие испарения и транспирации. С влажностью почвы тесно связаны ее физико-механические свойства (твердость, крошение, липкость и др.). Передвижение влаги в почве и по ее поверхности обуславливает некоторые процессы, которые отрицательно влияют на плодородие (эрозия, вынос из верхних слоев питательных элементов).

***Свойства и формы почвенной влаги.*** Поступающая в почву влага подвержена воздействию сил различной природы, под действием которых она может либо передвигаться в разных направлениях, либо задерживаться. Такими силами являются сорбционные, осмотические, менисковые и гравитационные.

В почвенной толще вода передвигается от участков с низкой концентрацией раствора к участку с более высокой концентрацией. Свойство раствора большей концентрации вызывать передвижение к себе воды из раствора меньшей концентрации, называется осмотическим всасывающим давлением раствора.

Менисковые, или капиллярные, силы обуславливаются поверхностным натяжением воды. Молекулы ее поверхностного слоя находятся под влиянием односторонне направленного притяжения, которое оказывает давление на всю массу жидкости.

Гравитационные силы главным образом влияют на влагу, сосредоточенную в крупных порах почвы.

В природных условиях влияние отдельных сил на почвенную влагу очень трудно разграничивается. Для характеристики совокупности сил различной природы введено понятие термодинамического потенциала почвенной влаги. Полный термодинамический потенциал почвенной влаги является суммой четырех частных потенциалов: осмотического, гравитационного, капиллярно-сорбционного и пневматического, или потенциала внешнего газового давления.

Почва, полностью насыщенная влагой и не содержащая солей, имеет потенциал почвенной влаги, близкий к нулю. По мере иссушения потенциал возрастает и почва приобретает способность при со-

прикосновении с чистой водой поглощать ее, всасывать в себя. Такая способность получила название сосущей силы почвы.

Почвенная влага удерживается с различной силой, характеризуется неодинаковой подвижностью, обладает разными свойствами. По А.А. Роде почвенную воду принято делить на категории, формы и виды.

Выделяются следующие основные категории почвенной влаги, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.

Кристаллизационная (конституционная) влага - отличается исключительно высокой прочностью связи и неподвижностью.

Твердая влага - лед. Неподвижная влага.

Парообразная влага - передвигается в форме водяного пара от участков с высокой абсолютной упругостью к участкам с более низкой упругостью; может пассивно передвигаться с током воздуха.

Прочносвязанная влага - весьма прочно удерживается адсорбционными силами, присутствующими почвенным частицам, образует на поверхности их тонкую пленку толщиной в 2-3 молекулы. Может передвигаться лишь в парообразном состоянии.

Рыхлосвязанная влага - удерживается на поверхности тонких пленок прочносвязанной воды силой ориентированных молекул (диполей воды), а также за счет гидратирующей способности обменных катионов. Образует вокруг почвенных частиц пленку, толщина которой может различной.

Свободная влага не связана силами притяжения с почвенными частицами, передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил.

Свободная влага делится на три формы - подвешенная, подпертая гравитационная и свободная гравитационная. Для подвешенной влаги характерно отсутствие гидрологической связи с постоянным или временным водоносным горизонтом. Подпертая гравитационная влага удерживается из-за близкого залегания грунтовых вод, подпирающих снизу воду в капиллярах и более крупных порах почвы. Свободная гравитационная влага находится преимущественно в крупных порах почвы и передвигается исключительно под влиянием силы тяжести. Подвешенная форма влаги встречается в четырех видах - стыковая капиллярноподвешенная, внутриагрегатная капиллярноподвешенная, насыщающая капиллярноподвешенная, сорбционнозамкнутая.

Стыковая капиллярно-подвешенная влага находится в виде разобщенных скоплений вокруг точек соприкосновения твердых частиц. Характеризуется отсутствием гидростатической сплошности, удерживается капиллярными силами.

Внутри агрегатная капиллярно-подвешенная влага находится в капиллярах, пронизывающих агрегаты; удерживается капиллярными силами.

Насыщающая капиллярно-подвешенная влага целиком заполняет тонкие поры почвы, удерживается капиллярными силами и силами смачиваемости первоначально сухой почвы.

Сорбционно-замкнутая влага находится в виде микроскопических в некапиллярных порах, изолированных перемычками и пробками из связанной воды; удерживается сорбционными силами.

Подпертая гравитационная влага делится на подперто-подвешенную капиллярную и подперто - капиллярную.

Подперто - подвешенная капиллярная влага находится в мелкопористых слоях почвы, подстилаемых более легкими и более крупнопористыми слоями; удерживается капиллярными силами.

Подперто - капиллярная влага находится в капиллярах, подпираемых грунтовыми водами или верховодкой; удерживается капиллярными силами. Высота потенциального поднятия капиллярной каймы над уровнем грунтовых вод непосредственно зависит от гранулометрического состава и структуры почв, она снижается в песках и супесях до 40- 60 см и возрастает в суглинках и глинах до 2 - 7 м.

Свободная гравитационная влага встречается в двух видах - просачивающаяся и влага водоносных горизонтов.

Просачивающаяся - свободная гравитационная влага, которая передвигается при нисходящем токе под влиянием силы тяжести.

Влага водоносных горизонтов удерживается вследствие непроницаемости водоупорного слоя. При наличии в почвенном профиле горизонтов или прослоек с пониженной водопроницаемостью они могут способствовать временному образованию в период повышенного увлажнения свободной гравитационной влаги, которая называется почвенная верховодка.

Верховодка и почвенные воды обнаруживаются при бурении и копке шурфов, а также в виде «зеркала» свободной воды, т. е. водной поверхности в колодцах, скважинах и т.п. Выше «зеркала» формируется зона капиллярного насыщения, которая называется капиллярной каймой.

Границы значений влажности, характеризующие пределы проявления различных категорий и форм почвенной влаги, называются почвенно-гидрологическими константами. В агрономической практике величинами почвенно-гидрологических констант характеризуются пределы доступности влаги для растений. Выделяют шесть основных почвенно-гидрологических констант, которые выражают в процентах от массы или объема почвы.

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) - наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое силами адсорбции; влага недоступна для растений.

Максимальная гигроскопичность (МГ) - наибольшее количество влаги, которое почва может сорбировать из воздуха, почти насыщенного водяным паром (при относительной влажности воздуха более 94%); влага недоступна растениям.

Почвенная влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) - влажность, при которой растения начинают обнаруживать признаки завядания, не исчезающие при перемещении растений в атмосферу, насыщенную водяными парами; нижний предел доступности растениям влаги.

Влажность разрыва капиллярной связи (ВРК) - влажность почвы, лежащая в интервале между наименьшей влагоемкостью (НВ) и почвенной влажностью устойчивого завядания растений (ВЗ), при которой подвижность подвешенной влаги в процессе иссушения резко уменьшается.

Наименьшая, или предельная полевая, влагоемкость (НВ или ППВ) - максимальное количество капиллярно - подвешенной влаги.

Капиллярная влагоемкость (КВ) - максимальное количество капиллярно - подпертой влаги.

Полная влагоемкость, или полная водовместимость (ПВ) - наибольшее количество воды, которое может содержаться в почве при заполнении всех ее пор.

Для развития растений наиболее благоприятна влажность почвы в интервале ВРК - НВ. В интервале НВ - ПВ ухудшается газообмен, и такое увлажнение является избыточным. При влажности почвы, соответствующей величинам в интервале ВРК - ВЗ, влага труднодоступна для растений, и их продуктивность при этом заметно снижается.

Содержание воды в почве определяют различными методами. Широко применяется весовой метод: навеску почвы высушивают при температуре 100-105°C и по потере в массе рассчитывают влажность в весовых или объемных процентах по отношению к сухой почве.

**Важнейшими водными свойствами почв** являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность - свойство почвы удерживать то или иное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил.

Сорбция воды (способность поглощать влагу) тем сильнее проявляется в почве, чем больше ее дисперсность. Сорбция зависит от

механического, минералогического и химического состава почвы, а также от ее гумусированности. Различают хемосорбцию, сорбцию парообразной воды и адсорбцию жидкой влаги.

Хемосорбция протекает при образовании новых соединений почвы, в состав которых входят молекулы воды. Энергия поглощения при хемосорбции исключительно велика, и сорбированная влага закрепляется весьма прочно.

Свойство почвы сорбировать парообразную влагу называется гигроскопичностью, а поглощенная влага - гигроскопической. Величина гигроскопичности зависит от дисперсности, минералогического состава, гумусированности и состава обменных оснований почвы. Чем тяжелее почва, чем больше в ней коллоидных частиц и гумуса, тем выше ее гигроскопичность.

Чем больше воздух насыщен парами воды, тем больше ее поглощается почвой. Когда относительная влажность воздуха приближается к 100%, почва насыщается водой до величины, называемой максимальной гигроскопичностью (МГ). Гигроскопическая влага относится к категории прочносвязанной, недоступной растениям.

Почва, насыщенная влагой до состояния максимальной гигроскопичности, при соприкосновении с водой сохраняет способность притягивать новые порции ее. Такая сорбированная влага удерживается почвенными частицами с меньшей силой, чем гигроскопическая, и поэтому она получила название рыхлосвязанной воды.

Важной гидрологической характеристикой является влажность устойчивого завядания растений (ВЗ). Она может быть определена прямым методом в опытах с растениями; чаще ее определяют расчетным путем, умножая показатель МГ на коэффициент 1,5. Влажность устойчивого завядания зависит главным образом от гранулометрического состава, плотности почвы, состава поглощенных катионов, засоленности.

С увеличением плотности почвы величина влажности устойчивого завядания значительно повышается, особенно в почвах, тяжелых по механическому составу. Черноземы при одинаковом механическом составе и плотности содержат больше недоступной влаги, чем дерново-подзолистые почвы.

**Влажность устойчивого завядания** зависит не только от свойств почвы, но и от биологических особенностей растений и их возраста.

**Влагоемкость** - количество воды, характеризующее вододерживающую способность почвы.

В зависимости от сил, удерживающих влагу в почвах, разли-

чают максимальную адсорбционную, капиллярную, наименьшую (предельную полевую) и полную влагоемкости.

**Максимальная адсорбционная влагоемкость** - наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое сорбционными силами.

**Капиллярная влагоемкость** - максимальное количество влаги, удерживаемой над уровнем грунтовых вод капиллярными (менисковыми) силами. Она выражается в процентах от массы или объема почвы. Величина капиллярной влагоемкости, помимо мощности слоя, зависит от того, на какой высоте от зеркала грунтовых вод находится слой почвы: чем меньше эта высота, тем больше капиллярная влагоемкость. Величина ее обусловлена общей и капиллярной пористостью, а также плотностью почвы.

**Наименьшая влагоемкость** соответствует такой влажности, которая сохраняется в почвогрунте, не испытывающем капиллярного подтока влаги после стекания избыточной воды, поступающей к поверхности почвы. Это максимальное количество воды, фактически удерживаемое почвой в природных условиях в состоянии равновесия, когда устранено испарение и дополнительный приток воды. Величина наименьшей влагоемкости зависит от гранулометрического, минералогического и химического состава почвы, ее плотности и пористости.

Когда в почве все поры заполнены водой, наступает состояние увлажнения, называемое полной влагоемкостью. При полной влагоемкости влага в почве, находящаяся в крупных промежутках между твердыми частицами, непосредственно удерживается зеркалом грунтовых вод или водоупорным слоем. Практически в почвах, насыщенных водой до состояния полной влагоемкости, 5 - 8% порового пространства заполнено «защемленным воздухом».

Учитывая это, водовместимость можно рассчитать по общей пористости почвы за вычетом объема «защемленного воздуха».

Если отсутствует водоупорный слой и влага в почве не подпирается грунтовыми водами, излишек ее сверх уровня полевой влагоемкости стекает («проваливается») в глубокие горизонты. Разница между полной и наименьшей влагоемкостью называется максимальной водоотдачей.

Водопроницаемость - способность почвы воспринимать и пропускать через себя воду. В первый момент поступления воды в ненасыщенную почву вода впитывается и передвигается в вертикальном и горизонтальном направлениях под влиянием градиентов сорбционных и менисковых сил, а также гидростатического напора. Чем тяжелее почва по гранулометрическому составу, чем больше в ней тонко - капиллярных пор, чем она суше, тем больше воды впитывается.

Различают две стадии водопроницаемости - впитывание и фильтрацию. Если поры почвы лишь частично заполнены водой, то при поступлении воды наблюдается ее впитывание в толщу почвогрунта; когда почвенные поры полностью насыщены водой, происходит фильтрация воды, т.е. движение в условиях сплошного потока жидкости. Этот процесс характеризуется коэффициентом впитывания.

В природе чаще наблюдается движение влаги при неполном насыщении пор водой. Фильтрация может проявляться лишь при выпадении большого количества осадков, бурном снеготаянии или при орошении большими нормами. Прохождение воды через водонасыщенные (до полной влагоемкости) слои почв или грунта под влиянием сил гравитации и градиента напора называется фильтрацией и характеризуется коэффициентом фильтрации.

Окончанием впитывания и началом фильтрации в полевых условиях можно считать установление равновесного расхода воды.

После прекращения поступления воды сверху происходит перераспределение ее в почвенно-грунтовой толще - стекание в нижние горизонты и слои. Процесс характеризуется коэффициентом водоотдачи. Эти коэффициенты применительно как ко всей изучаемой толще, так и к отдельным горизонтам и слоям необходимо знать при решении мелиоративных задач (определение метода и нормы полива, междренного расстояния, глубины промачивания и т.п.).

Водопроницаемость заметно изменяется на почвах разного гранулометрического состава: в тяжелых почвенных грунтах она при прочих равных условиях меньше, чем в легких. Водопроницаемость окультуренных почв, отличающихся высокой - пористостью, обычно выше, чем у целинных и неокультуренных распыленных почв.

Водопроницаемость выражают в миллиметрах водного столба за единицу времени (это удобно потому, что осадки и испарение выражают в миллиметрах), а также в сантиметрах, литрах или кубометрах в единицу времени: секунды, минуты, часы, сутки.

**Водоподъемная способность** - это свойство почвы вызывать капиллярный подъем влаги. Стенки почвенных капилляров хорошо смачиваются водой, поэтому в них создаются вогнутые мениски, на поверхности которых развивается поверхностное натяжение. Величина его зависит от радиуса капилляров. Водоподъемная способность определяется агрегатностью, механическим составом и сложением почвы, обуславливающими ее пористость. Чем тоньше поры почв, тем выше поднимается в них вода. Это правило нарушается в плотных тяжелых почвах, в которых высота капиллярного подъема уменьшается из-за заполнения поровых пространств связанной водой. Максимальная высота капиллярного подъема для песчаных почв 0,5-0,7 м, для суглинистых 3-6 м.

### **Вопросы для самоконтроля знаний**

1. Понятие о строении почвы и методика его определения.
2. Значение капиллярной и некапиллярной пористости для жизни растений.
3. Методика определения капиллярной пористости.
4. Методика определения влажности почвы.
5. Понятие о плотности сложения почвы и методика ее определения.
6. Понятие о равновесной и оптимальной плотности почвы: значение оптимальной плотности сложения для различных культур.
7. Методика определения общего запаса воды в изучаемом слое почвы.
8. Аэрация почвы и ее значение для жизни растений.
9. Плотность твердой фазы почвы и методика ее определения.
10. Методы регулирования строения почвы в земледелии.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Мельникова О.В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. Брянск. – 2009а. - 45 С.
2. Мельникова О.В. Технологии возделывания культур и биологическая активность почвы / Земледелие. – 2009.- №1. - С. 22-24.
3. Ториков В.Е. Экологическая безопасность продукции растениеводства/ В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Г.П. Малявко, А.В. Волков. Брянск: Изд-во БГСХА, 2012. С. 95.
4. Ториков В.Е. Производство продукции растениеводства/ В.Е. Ториков, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 512 с.
5. Ториков В.Е. Научные основы агрономии / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 348 с.
6. Баздырев Г.И., Захаренко А.В., Сафонов А.Ф. Земледелие. – М.: ИНФРА, 2015.
7. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М., Агропромиздат, 1987.
8. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв. М., Агропромиздат, 1986.
9. Принципы организации и методы стационарного изучения почв. М., Наука, 1976.
10. Ревут И.Б. Физика почв. Л., Колос, 1972.

## **2.2. Основные характеристики параметров плотности сложения почвы, капиллярной и некапиллярной пористости и оценки запасов продуктивной влаги**

В современном земледелии важное место отводится созданию агрономически ценной почвенной структуры. При изучении строения пахотного слоя определяют соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами почвенных пор.

Показателем плотности сложения или объемной массы почвы является масса  $1 \text{ см}^3$  абсолютно сухой почвы в ненарушенном состоянии. Плотность твердой фазы (удельная масса почвы) это масса  $1 \text{ см}^3$  твердой фазы почвы в граммах, соотношенная с массой  $1 \text{ см}^3$  воды при температуре  $+4.0^\circ\text{C}$ .

Равновесная объемная масса (плотность) почвы - объемная масса почвы при её естественном сложении, образующаяся под воздействием природных факторов и собственной силы тяжести.

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.

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

Плотность твердой фазы различных минеральных почв находится в пределах  $2,4-2,8 \text{ г/см}^3$ , а органических (торфяно-болотных) –  $1,4-1,8 \text{ г/см}^3$ . Величина плотности твердой фазы почвы зависит от соотношения органических и минеральных веществ, обладающих различной плотностью, составляющих почву.

Основные параметры характеристики плотности сложения почвы, капиллярной и некапиллярной пористости и оценки запасов продуктивной влаги представлены ниже в форме таблиц 3 – 11 и пояснений к ним.

Таблица 3 - Плотность твердой фазы органических и минеральных веществ, составляющих почву, г/см<sup>3</sup>

| № 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              |

Таблица 4 - 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 обычные     | 1.10-1.30              | 7     | Корка на сероземе после полива | 1.6-1.9                |
| 4     | Болотные почвы карбонатные | 1.35-1.50              |       |                                |                        |

**Плотность сложения почвы в среднем составляет 1.2-1.4 г/см<sup>3</sup>.** 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%.

Таблица 5 - Характеристика дерново-подзолистых почв по степени уплотненности

| Степень уплотненности почвы | Плотность сложения почвы, г/см <sup>3</sup> |                       |
|-----------------------------|---|-----------------------|
|                             | 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             |
| Средне уплотненная          | 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                |

Таблица 6 - Шкала оценки строения пахотного слоя почвы

| Показатель                            | Степень уплотнения почвы |           |                    |           |               |
|---------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|-----------|---------------|
|                                       | очень рыхлая             | рыхлая    | средне уплотненная | плотная   | очень плотная |
| Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> | 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          |

Таблица 7 - Равновесная и оптимальная плотность сложения почвы для культур, г/см<sup>3</sup>

| Почва               | Гранулометрический состав | Плотность сложения почвы |                   |           |           |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|-----------|-----------|
|                     |                           | равновесная              | оптимальная для - |           |           |
|                     |                           |                          | 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 |

Таблица 8 - Оптимальная плотность сложения пахотного слоя почвы для сельскохозяйственных культур, г/см<sup>3</sup>

| № п/п | ПОКАЗАТЕЛИ  | Оптимальный параметр |           |
|-------|---|----------------------|-----------|
|       |   | значение             | интервал  |
| 1     | Свежевспаханная пашня   | 1.0                  | 1.00-1.10 |
| 2     | Дерново-подзолистая тяжело- и среднесуглинистая, для зерновых колосовых | 1.22                 | 1.10-1.40 |
|       | кукурузы  | 1.15                 | 1.10-1.20 |
|       | кормовых бобов  | 1.20                 | 1.10-1.30 |
|       | картофеля   | 1.10                 | 1.00-1.20 |
| 3     | То же, легкосуглинистая и супесчаная, для зерновых колосовых            | 1.27                 | 1.25-1.35 |
|       | кукурузы  | 1.22                 | 1.10-1.45 |
| 4     | Серые лесные тяжело- и среднесуглинистая, для зерновых колосовых        | 1.21                 | 1.05-1.30 |
|       | сахарной свеклы   | 1.14                 | 1.00-1.26 |
| 5     | Серые лесные легкосуглинистая, для зерновых колосовых                   | 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%.

Полевые культуры по разному относятся к воздухоёмкости почвы. Многолетние травы требуют почвы с воздухоёмкостью 6-10%, пшеница, овес - 10-15, сахарная свекла, ячмень - 15-20%.

Таблица 9 - 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             |

Таблица 10 - Влажность завядания, максимальная гигроскопичность 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                               | -                     |

Таблица 11 - Шкала оценка запасов продуктивной влаги по Н.А. 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    |

**Задание для самостоятельной работы.** Определить влажность, плотность сложения почвы, капиллярную и некапиллярную пористость

#### Порядок выполнения

Для определения строения (сложения) почвы используются металлические цилиндры высотой 5 и 10 см и объемом 200 и 500 см<sup>3</sup>, 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  $\pi$  - 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 резаком 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, подерживая 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 105<sup>0</sup>С в течении 6 часов или при температуре 120-130<sup>0</sup>С в течении 4 часов.

Влажность почвы (Wп) определяют по формуле:

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

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

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

### Определение влажности почвы при отборе образца

| Вариант | № бюкса | Масса, г         |                          |                        |                        |                      |                       | Влажность почвы, (%)<br>$w_B = \frac{E}{D} \cdot 100$ |
|---------|---------|------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---|
|         |         | 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 |   |
| 1       |         |                  |                          |                        |                        |                      |                       |   |
| 2       |         |                  |                          |                        |                        |                      |                       |   |
| 3       |         |                  |                          |                        |                        |                      |                       |   |

### После насыщения

| Вариант | № бюкса | Масса, г         |                          |                        |                        |                      |                       | Влажность почвы, (%)<br>$w_H = \frac{E}{D} \cdot 100$ |
|---------|---------|------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---|
|         |         | 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 |   |
| 1       |         |                  |                          |                        |                        |                      |                       |   |
| 2       |         |                  |                          |                        |                        |                      |                       |   |
| 3       |         |                  |                          |                        |                        |                      |                       |   |

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

Выводы: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### Форма записи и проведения расчетов

| №<br>п/п | Показатели                                    | Символ и<br>формула                              | Ед.<br>изм.       | Варианты<br>(повторности) |  |  |  |
|----------|---|--|-------------------|---------------------------|--|--|--|
|          |   |  |                   |                           |  |  |  |
| 1        | Номер цилиндра                                |  |                   |                           |  |  |  |
| 2        | Объем почвы в цилиндре                        | $V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h$                  | см <sup>3</sup>   |                           |  |  |  |
|          | диаметр цилиндр                               | D  | см                |                           |  |  |  |
|          | высота цилиндра                               | h  | см                |                           |  |  |  |
| 3        | Масса пустого цилиндра                        | B  | г                 |                           |  |  |  |
| 4        | Масса цилиндра с почвой до насыщения          | B <sub>1</sub>                                   | г                 |                           |  |  |  |
| 5        | Масса цилиндра с почвой после насыщения       | B <sub>2</sub>                                   | г                 |                           |  |  |  |
| 6        | Масса почвы в цилиндре до насыщения           | B <sub>3</sub> = B <sub>1</sub> - B              | г                 |                           |  |  |  |
| 7        | Масса почвы в цилиндре после насыщения        | B <sub>4</sub> = B <sub>2</sub> - 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 <sub>6</sub> = B <sub>3</sub> - B <sub>5</sub> | г                 |                           |  |  |  |
| 11       | Масса воды в почве после насыщения            | B <sub>7</sub> = B <sub>4</sub> - B <sub>5</sub> | г                 |                           |  |  |  |
| 12       | Масса воды, поступившая в почву при насыщении | B <sub>8</sub> = B <sub>7</sub> - B <sub>6</sub> | г                 |                           |  |  |  |
| 13       | Плотность твердой фазы почвы                  | d  | г/см <sup>3</sup> |                           |  |  |  |
| 14       | Объем твердой фазы почвы                      | $V_1 = \frac{B_5}{d}$                            | см <sup>3</sup>   |                           |  |  |  |
| 15       | Общий объем почвенных пор                     | V <sub>2</sub> = V - V <sub>1</sub>              | см <sup>3</sup>   |                           |  |  |  |
| 16       | Объем капиллярных пор                         | V <sub>3</sub> = B <sub>4</sub> - B <sub>5</sub> | см <sup>3</sup>   |                           |  |  |  |
| 17       | Объем некапиллярных пор                       | V <sub>4</sub> = V <sub>2</sub> - V <sub>1</sub> | см <sup>3</sup>   |                           |  |  |  |
| 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 <sup>3</sup>   |  |  |  |  |
| 23 | Объем воды в почве до насыщения           | $V_{10} = B_6$                                       | см <sup>3</sup>   |  |  |  |  |
| 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 <sup>3</sup> |  |  |  |  |
| 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 | $W_{HD} = \frac{B_{y3} \cdot d_0 \cdot h}{10}$       | мм                |  |  |  |  |
|    |   | $W_{HD} = \frac{W_{y3} \cdot d_0}{10}$               |                   |  |  |  |  |
|    |   | $W_{HD} = \frac{W_{MI} \cdot d_0 \cdot 1,34h}{10}$   | мм                |  |  |  |  |
| 30 | Запас продуктивной влаги (доступной)      | $W_{II} = P - W_{HD}$                                | мм                |  |  |  |  |
|    |   | $W_{II} = \frac{(W - B_{y3}) \cdot d_0 \cdot h}{10}$ | мм                |  |  |  |  |

Выводы и предложения: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

---

---

---

---

---

---

**2.3. Действие элементов технологий возделывания  
сельскохозяйственных культур на структурно-агрегатный  
состав почвы**

**Вопросы для самоконтроля знаний**

- 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.

**Задание 1**

1. Изучить методику определения структуры почвы (сухой и мокрый рассев):
2. Определить структурный состав по методу В.В. Саввинова.
3. Рассчитать показатели и дать оценку структуры на опытных почвенных образцах.

**Порядок 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 частиц величиной менее 0,25 мм определяют по разности между массой образца, взятого для просеивания и суммой масс всех частиц величиной больше 0,25 мм. Аналогично определяется и процентное содержание частиц 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.

## Выполнение работы

Тип почвы \_\_\_\_\_

Варианты: 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

### Результаты структурного анализа почвы

| Размер фракций,<br>мм  | Сухое просеивание   |                          |  |
|------------------------|---------------------|--------------------------|--|
|                        | масса<br>фракций, г | процентное<br>содержание | взято почвы для<br>просеивания в воде, г |
| >10                    |                     |                          |  |
| 10-7                   |                     |                          |  |
| 7-5                    |                     |                          |  |
| 5-3                    |                     |                          |  |
| 3-2                    |                     |                          |  |
| 2-1                    |                     |                          |  |
| 1-0,5                  |                     |                          |  |
| 0,5-0,25               |                     |                          |  |
| $\Sigma$ фракций >0.25 |                     |                          |  |
| <0,25                  |                     |                          |  |
| Итого                  |                     | 100                      |  |

### Определение содержание водопрочных агрегатов

| № чашки | Размер фракций,<br>мм     | Просеивание в воде |                                   |                          |   |
|---------|---------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|---|
|         |                           | Масса, г           |                                   |                          | содержание<br>водопрочных<br>агрегатов, % |
|         |                           | пустой<br>чашки    | чашки с агрегатами<br>после сушки | водопрочных<br>агрегатов |   |
| 1       | >7                        |                    |                                   |                          |   |
| 2       | 7-5                       |                    |                                   |                          |   |
| 3       | 5-3                       |                    |                                   |                          |   |
| 4       | 3-1                       |                    |                                   |                          |   |
| 5       | 1-0,5                     |                    |                                   |                          |   |
| 6       | 0,5-0,25                  |                    |                                   |                          |   |
| -       | $\Sigma$ фракций<br>>0.25 | -                  | -                                 |                          |   |

Выводы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Справочная информация

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        |

**Частицы размером от 1 до 5 мм являются самыми водопрочными**, следовательно, устойчивые к водной эрозии. Самые неустойчивые частицы размером менее 1мм. Они являются дефляционно опасными. Если в почве таких частиц (менее 1мм) 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 (КВУ), который равен сумме агрегатов размера >0,25 мм при мокром просеивании, деленной на сумму агрегатов >0,25 мм при сухом просеивании:

$$K_{BV} = \frac{a}{b}$$

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

### **Основные типы структуры почвы (по С.А. Захарову):**

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

**2. Призмовидная** - отдельности развиты главным образом по вертикальной оси и включает в себя следующие виды - столбчатая, призматическая.

**3. Плитовидная** - отдельности развиты по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении и включает в себя виды - чешуйчатая, плитчатая, листоватая.

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  $< 0.01$  мм) и грубую (частицы размером  $> 0.01$  мм) 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 оптимальный водно-воздушный режим.

### **2.4. Определение коэффициента водопотребления и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур** (выполняется самостоятельно в период прохождения научной практики)

#### **Вопросы для контроля знаний**

1. Понятие об эрозии почв и факторах от них зависящих.
2. Агротехнические приемы предотвращения эрозии почв.
3. Источники поступления и расхода воды из почвы.
4. Суммарное водопотребление и его определение.
5. Понятие о коэффициенте водопотребления и его определение.
6. Определение общей и доступной влаги в метровом слое почвы.

7. Максимальная гигроскопичность почвы и методы ее определения.
8. Определение доступной влаги в метровом слое почвы.
9. Факторы, определяющие расход воды растениями.
10. Агротехнические меры для снижения непродуктивности расхода влаги.

**Задание.** Изучить метод суммарного расчета суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления. Провести расчет названных показателей с использованием исходных данных.

### **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 ( $W_{yz}$ ) 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.

Транспирационный коэффициент ( $K_T$ ) и коэффициент пересчета  
товарной продукции на сухое вещество ( $K_n$ )

| Коэффициент | Картофель | Ячмень | Лен  | Клевер |
|-------------|-----------|--------|------|--------|
| $K_T$       | 500       | 403    | 415  | 600    |
| $K_n$       | 0,22      | 0,86   | 0,85 | 0,84   |

Урожайность полевых культур и количество осадков за вегетацию

| Культура         | Вариант задания | Урожайность, т/га |                 | Выпало осадков за вегетацию, мм $\sum Q$ |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--|
|                  |                 | 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<br>(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<br>(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                                      |

Влажность почвы ( $W$ ) и плотность сложения ( $do$ ) по культурам

| Культура                              | Начало вегетации ( $W_1, do$ ) |       |        | Конец вегетации ( $W_2, do$ ) |       |        |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------|--------|-------------------------------|-------|--------|
|                                       | слой 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 <sup>3</sup> |                                |       |        |                               |       |        |
| 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   |

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     | $W_K = \sum \frac{W_2 \cdot d_0 \cdot h}{10}$        | 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                            | $У_{II}$   | т/га         |          |  |  |
| 9     | Суммарный расход воды для планируемого урожая | $\sum P_{II} = K_B \cdot У_{II}$                     | мм           |          |  |  |
| 10    | Содержание недоступной для растений влаги     | $W_{нд} = \frac{B_{уз} \cdot d_0 \cdot h}{10}$       | мм           |          |  |  |
| 11.   | Баланс воды                                   | $B = \pm \sum P_{II} - (W_{нт} - \sum Q - W_{нд})$   | -            |          |  |  |

Выводы и предложения \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### Справочные данные

У сельскохозяйственных растений есть критический период роста и развития, в который потребляется максимальное количество воды. Недостаток продуктивной влаги в это время очень сильно снижает продуктивность возделываемых 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.

В практике об обеспеченности растений водой судят по ее наличию относительно показателя НВ для конкретной почвы.

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  |                 |
|                               |        | Конопля   |                 |

**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 м<sup>3</sup>, расходуемое растениями на формирование урожая с единицы площади.

Суммарное водопотребления сельскохозяйственных культур для районов  
Европейской части ЦФО РФ, м<sup>3</sup>/га (по М.К. Каюмову, 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 |
| Конопля (соломка)            | 520-530       | 580-620 | 700-730 |
| Лен (соломка + семена)       | 240-250       | 300-310 | 370-380 |
| Томаты                       | 125-170       | 150-200 | 160-220 |
| Огурцы                       | 100-170       | 120-200 | 130-220 |
| Капуста поздняя              | 65-75         | 80-90   | 90-100  |
| Капуста ранняя               | 60-65         | 70-80   | 75-90   |
| 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.

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.

Шкала оценки водопроницаемости

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

## 2.5. Определение физико-механических свойств почвы, влияющих на качество ее обработки

### Вопросы для самоконтроля знаний

- 1.1. Липкость почвы и методика ее определения.
- 1.2. От чего зависит липкость почвы.
- 1.3. Агротехнические приемы, уменьшающие липкость почвы.
- 1.4. Изменение липкости почвы в зависимости от скорости обработки почвы.
- 1.5. Влажность структурообразования почвы и ее зависимость от условий возделывания.
- 1.6. Методика определения влажности структурообразования почвы.
- 1.7. 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.

### Задание для выполнения самостоятельной работы

1. Изучить методики определения физико-механических свойств почвы.
2. Определить липкость почвы и дать анализ полученным данным.
3. Дать комплексную оценку анализируемых образцов по агрофизическим показателям и разработать систему мер по их улучшению.

### Порядок 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 см<sup>3</sup>, так как 3 см<sup>3</sup> 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/см<sup>2</sup>.

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

где L - липкость, г/см<sup>2</sup>;

P - усилие, затраченное на отрыв диска, г; S - площадь диска, см<sup>2</sup>.

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

#### **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.

#### **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 ( $W_{\text{вп}}$ ) и влажностью при нижнем пределе пластичности ( $W_{\text{нп}}$ ).

$$\text{ЧП} = W_{\text{вп}} - W_{\text{нп}}$$

### Определение липкости почвы

Название почвы (варианты): \_\_\_\_\_

1.

---

2.

---

3.

---

Площадь диска (см<sup>2</sup>) определяется по формуле:

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

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

### Определение липкости почвы

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

### Определение пластичности почвы

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

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

---

---

---

---

---



---



---



---



---



---



---

### Справочная информация

Выбор показателей среднесуглинистых почв, при которых возможна их качественная обработка

| Типы почв           | Граница влажности            |                        | Интервал влажности                            |                                 |
|---------------------|------------------------------|------------------------|---|---------------------------------|
|                     | нижняя<br>(глыбообразование) | верхняя<br>(залипание) | агротехнически<br>допустимый для<br>обработки | высококачественной<br>обработки |
| Дерново-подзолистые | 11                           | 22                     | 12-21   | 15-18                           |
| Серые лесные        | 14                           | 24                     | 15-23   | 17-18                           |

### Классификация почв по липкости и пластичности

| Почва       | Липкость<br>г/см <sup>2</sup> | Характеристика<br>по липкости | Число<br>пластичности | Характеристика<br>по пластичности |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Песчаная    | < 2                           | Слабовязкие                   | 0                     | Не пластичная                     |
| Супесчаная  | 2-5                           | Средневязкие                  | 0-7                   | Слабопластичная                   |
| Суглинистая | 5-15                          | Сильновязкие                  | 7-17                  | Пластичная                        |
| Глинистая   | > 15                          | Предельно вязкие              | > 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/см<sup>2</sup>. Дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы имеют удельное сопротивление 0.18кг/см<sup>2</sup>, 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/см<sup>2</sup>.

**Влияние некоторых культур и технологий их возделывания  
на отдельные агрофизические показатели плодородия почвы**

| Горизонт<br>почвы,<br>см | Строение пахотного слоя              |                                |                                 |  |  |                          |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--|--------------------------|
|                          | Объем<br>твердой<br>фазы почвы,<br>% | общая<br>пори-<br>стость,<br>% | капиллярная<br>пористость,<br>% | некапилляр-<br>ная<br>пористость,<br>% | плотность<br>сложения<br>почвы,<br>г/см <sup>3</sup> | степень<br>аэрации,<br>% |
| Культура:                |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| 0-10                     |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| 10-20                    |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| 0-20                     |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| Горизонт<br>почвы,<br>см | Структурное состояние                |                                |                                 |  |  |                          |
|                          | содержание агрегатов, %              |                                |                                 |  | коэффициент  |                          |
|                          | более 10<br>мм                       | 0,25-10<br>мм                  | менее 0,25<br>мм                | водопрочных<br>0,25-10 мм              | структурности  | водопрочности            |
| Культура:                |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| 0-10                     |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| 10-20                    |                                      |                                |                                 |  |  |                          |
| 0-20                     |                                      |                                |                                 |  |  |                          |

**Выводы и предложения** по улучшению агрофизических факторов плодородия почвы на основании полученных результатов

---



---



---



---



---

**2.6. Определение гранулометрического (механического) состава  
почвы по методу М.М. Филатова**

**Вопросы для самоконтроля знаний**

- 1.1. Понятие о гранулометрическом составе почвы и его значение для выращивания растений.
- 1.2. Классификация частиц, определяющих гранулометрический состав почвы.
- 1.3. Классификация почв по гранулометрическому составу почвы (по Н.А. Качинскому).
- 1.4. Методы определения гранулометрического состава почвы.

## Задание для самостоятельной работы

1. Изучить методы определения гранулометрического состава почвы.
2. Определить гранулометрический состав почвы опытных участков (вариантов опыта).
3. Сделать анализ полученных данных.

### Порядок выполнения

Для определения гранулометрического состава почвы используются различные методы: визуальный, электрический, гидравлический, ареометрический и др.

Наиболее доступным для лабораторного определения гранулометрического состава почвы является метод Филатова М.М.

Суть этого метода заключается в количественном определении основных групп почвенных частиц - песка, пыли, глины, а затем по их соотношению и определение гранулометрического состава почвы.

Определение глины основано на способности ее увеличиваться в объеме (набухать) при увлажнении, а песка – на зависимости между скоростью оседания частиц в жидкости и их размерами.

Для определения глины в сухой мерный цилиндр емкостью 50 мл насыпают почву, просеянную через сито с отверстиями 1 мм, так, чтобы, уплотняя легким постукиванием, она заняла объем 5 мл. В цилиндр пипеткой приливают 30 мл. воды и 5 мл 1 н. раствора  $\text{CaCl}_2$  (для коагуляции коллоидных частиц). Содержимое цилиндра тщательно размешивают стеклянной палочкой с резиновым кольцом на нижней ее части, доливают водой из промывалки до метки 50 мл, смывая частицы почвы со стеклянной палочки и стенок цилиндра, и оставляют на 30 минут для отстаивания.

После отстаивания определяют приращение объема, а по таблице 26 установить процентное содержание глины в почве.

Для определения песка в мерный цилиндр емкостью 100 мл насыпают такую же почву, как и для определения содержания глины, уплотняя легким постукиванием до объема 10 мл, и приливают воду до отметки 100 мл. Содержимое тщательно размешивают и стеклянной палочкой и оставляют на 1.5 мин для отстаивания. За это время частицы песка оседают на дно цилиндра, а мелкие частицы пыли и глины находятся во взвешенном состоянии в воде. Суспензию сливают, а к остатку в цилиндре снова приливают воду до 100 мл, хорошо размешивают и снова оставляют отстаиваться на 1.5 мин, после чего суспензию снова сливают.

Все эти операции повторяют до тех пор, пока вся вода в ци-

линдре после очередного отстаивания не станет совершенно прозрачной. Определяют объем оставшегося в цилиндре песка. Для этого измеряют линейкой вымытый объем и вычитают его из первоначального. Каждый миллилитр оставшегося песка в цилиндре соответствует содержанию 10% песка в почве.

По приведенным ниже шкалам устанавливают разновидность почвы по соотношению глины и песка. Содержание средней и мелкой пыли в почве вычисляют вычитанием из 100% суммы процентного содержания глины и песка.

### Выполнение работы

Результаты анализа записываются в таблицу, приведенную ниже

| Наименование почвы<br>или изучаемого варианта | Содержание, % |       |      | Разновидность почвы |
|---|---------------|-------|------|---------------------|
|   | глины         | песка | пыли |                     |
| 1.  |               |       |      |                     |
| 2.  |               |       |      |                     |
| 3.  |               |       |      |                     |

### Шкала для определения содержания физической глины в почве по увеличению ее объема

| Увеличение объема,<br>мл | Содержание<br>глины, % | Увеличение<br>объема, мл | Содержание глины,<br>% |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 4.00                     | 90.7                   | 1.00                     | 39.6                   |
| 3.75                     | 85.1                   | 1.75                     | 34.0                   |
| 3.50                     | 79.4                   | 1.50                     | 29.3                   |
| 3.25                     | 73.7                   | 1.25                     | 22.7                   |
| 3.00                     | 67.0                   | 0.75                     | 17.0                   |
| 2.75                     | 62.9                   | 0.50                     | 11.3                   |
| 2.50                     | 56.7                   | 0.25                     | 5.7                    |
| 2.25                     | 51.0                   | 0.12                     | 2.7                    |
| 2.00                     | 45.4                   |                          |                        |

Выводы:

---



---



---



---



---



---



---

**Шкала для определения механического состава почвы  
по соотношению физического песка и физической глины**

| Содержание в почве |             | Разновидность почвы |
|--------------------|-------------|---------------------|
| глины              | песка       |                     |
| 1 часть            | 1-2 части   | Глинистая           |
| 1 часть            | 3 части     | Суглинистая тяжелая |
| 1 часть            | 4 части     | Суглинистая средняя |
| 1 часть            | 5-6 частей  | Суглинистая легкая  |
| 1 часть            | 7-10 частей | Супесчаная          |
| 1 часть            | >10 частей  | Песчаная            |

**Справочные материалы**

**Гранулометрический (механический) состав** - содержание в почве частиц различной величины, которые классифицируются на: скелет почвы и мелкозем.

Классификация элементов гранулометрического состава почвы  
по методу Н.А. Качинского

| Название механических элементов | Диаметр частиц, мм |
|---------------------------------|--------------------|
| а. Скелет почвы:                | > 1                |
| камни                           | > 3                |
| гравий                          | 1-3                |
| б. Мелкозем почвы:              | < 1                |
| песок                           | 1,0-0,05           |
| пыль                            | 0,05-0,001         |
| ил                              | 0,001-0,0002       |
| коллоиды                        | < 0,0002           |
| песок физический                | > 0,01             |
| глина физическая                | < 0,01             |

Известен ряд классификаций почв по гранулометрическому составу. **Наиболее распространена классификация по методу Н.А. Качинского.** В основу этой классификации заложено разделение механических элементов почвы на физический песок и физическую глину. Частицы почвы более 0,01 мм принято считать физическим песком, а менее 0,01 мм - физической глиной. Такое деление обусловлено резким изменением свойств между частицами соответствующих размеров.

Так как чаще всего почва состоит из смеси крупных и мелких частиц, то по соотношению физического песка и физической глины определяется механический /гранулометрический/ состав почвы.

**Классификация почв по гранулометрическому составу  
(по Н.А. Качинскому)**

| Гранулометрический состав | Содержание          |       |                      |        |
|---------------------------|---------------------|-------|----------------------|--------|
|                           | физической глины, % |       | физического песка, % |        |
|                           | 1                   | 2     | 1                    | 2      |
| Рыхлопесчаная             | 0-5                 | 0-5   | 100-95               | 100-95 |
| Связнопесчаная            | 5-10                | 5-10  | 95-90                | 95-90  |
| Супесчаная                | 10-20               | 10-20 | 90-80                | 90-80  |
| Легкосуглинистая          | 20-30               | 20-30 | 80-70                | 80-70  |
| Среднесуглинистая         | 30-40               | 30-45 | 70-60                | 70-55  |
| Тяжелосуглинистая         | 40-50               | 45-60 | 60-50                | 55-40  |
| Легкоглинистая            | 50-65               | 60-75 | 50-35                | 40-25  |
| Среднеглинистые           | 65-80               | 75-85 | 35-20                | 25-15  |
| Тяжелоглинистые           | > 80                | >85   | <20                  | <15    |

1 - почвы подзолистого типа почвообразования

2 - почвы степного типа почвообразования

**Отношение сельскохозяйственных культур к гранулометрическому составу почвы**

| Растения, предпочитающие почвы                                      |   |   |   |
|---|---|---|---|
| песчаные и супесчаные   | средне- и легкосуглинистые  | структурные тяжелосуглинистые и глинистые   | мало структурные и слитые тяжелосуглинистые и глинистые |
| Озимая рожь<br>Картофель<br>Сераделла<br>Эспарцет<br>Люцерна желтая | овес<br>просо<br>рожь<br>гречиха<br>ячмень<br>подсолнечник<br>горох, соя<br>картофель<br>табак, томат | сахарная свекла<br>пшеница<br>ячмень<br>кукуруза<br>рожь<br>подсолнечник<br>лен<br>конопля<br>вика, соя, клевер | кукуруза<br>донник<br>люцерна синегибридная             |

**Классификация почв по каменистости (по Н.А. Качинскому)**

| Содержание частиц более 3 мм, % | Название почв по каменистости | Тип каменистости  |
|---------------------------------|-------------------------------|---|
| <0.5                            | Некаменистая                  | Устанавливается по характеру скелетной части: почвы: валунные, галечниковые, щебенчатые |
| 0.5-5.0                         | Слабокаменистая               |   |
| 5.0-10                          | Среднекаменистая              |   |
| >10                             | Сильнокаменистая              |   |

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Г.Т. Почвы Брянской области. – Брянск: Грани, 1993. - 160 с.
2. Воробьев Г.Т., Бобровский А.И., Прудников П.В. Агрохимические свойства почв Брянской области и применение удобрений. Брянск, 1995. - 121 с.
3. Почвенный очерк сельскохозяйственного предприятия.
4. Система земледелия сельскохозяйственного предприятия.
5. Воробьев С.А. Земледелие. М.: Агропромиздат, 1991. - 527с.
6. Ториков В.Е. Производство продукции растениеводства/ В.Е. Ториков, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 512 с.
7. Мельникова О.В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. Брянск. – 2009. - 45 С.
8. Ториков В.Е. Научные основы агрономии / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 348 с.

### 3. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ

#### 3.1. Морфологические особенности сорных растений

*Задание для самостоятельной работы.* Изучить морфологические особенности сорных растений по атласу, гербарии и натуральным образцам семян. Особое внимание уделить распознавания всходов сорняков. В процессе самостоятельной работы изучить биологические особенности сорняков: семенную продуктивность, долговечность, глубину прорастания, специализацию и их вредоносность.

**Семенная продуктивность.** Одно растение василька синего образует 6820, мари белой - 100 тысяч, а дескурации Софии - 730 тысяч штук семян. Семена бодяка полевого, щирицы запрокинутой прорастают на протяжении 2 лет, у торицы полевой и горца шереховатого - около 6 лет, а у ярутки полевой и мари белой - свыше 10 лет.

**Долговечность.** Семена овсяга, мари белой, торицы обыкновенной сохраняют жизнеспособность 5-7 лет, семена звездчатки средней (мокрицы), горчицы полевой, щирицы запрокинутой, донника лекарственного - 30 лет, а семена нивяника, щавеля курчавого, ослинника двулетнего - свыше 40 лет. Следовательно, однажды осыпавшиеся в почву семена сорняков служат источником засорения посевов на протяжении многих последующих лет.

**Глубина прорастания.** Находящиеся в пахотном слое семена и плоды сорняков лучше всего прорастают и образуют всходы с глубины не свыше 4-5 см, чему способствует быстрое прогревание почвы и наличие в ней большого количества кислорода и влаги.

На засоренных полях осот полевой образует в пахотном слое почвы на 1 га корней размножения длиной 246 км и числом почек возобновления 8,3 млн. штук, а пырей ползучий соответственно 1265 км и 55,5 млн. штук.

Специализация сорняков. Многие сорные растения выработали приспособительные признаки, которые позволяют им постоянно удерживаться в посевах возделываемых культур. Так, плевел льняной настолько приспособился к посевам льна-долгунца, что растения сорняка очень сходны по внешнему облику (габитусу, морфологии) с культурой, а их семена при очистке трудно разделить. Аналогичные свойства выработали: овсяг, засоряющий посев овса, ячменя и яровой пшеницы; куриное просо - в посевах проса и суданской травы; коостре ржаной - в посевах озимой ржи и т.д.

**Вредоносность.** Вред, причиняемый посевам сорняками,

весьма разнообразен и выражается как в прямом, так и в косвенном неблагоприятном воздействии их на культурные растения.

Прямое неблагоприятное влияние сорняков выражается, прежде всего, в том, что они, перехватывая свет, влагу, элементы минерального питания, ухудшают условия жизни культур в почвах.

Редька дикая, марь белая, ромашка непахучая, бодяк полевой, развивая мощную вегетативную массу и возвышаясь над посевом, затеняют культурные растения. Процесс фотосинтеза резко ослабевает, что ведет к снижению урожая, а посеvy зерновых нередко полегают ввиду утончения нижнего междоузлия стеблей.

Горчица полевая, пикульники, овсюг, василек синий, амброзия полыннолистная и др. расходуют влаги в отдельные периоды вегетации в 1,5-2 раза больше, чем посеvy культур, и усиливают почвенную засуху.

Повилика клеверная, заразиха подсолнечная и др. паразитируют на культурных растениях, извлекая из них с помощью особых присосок (гаусторий) влагу, пластические и минеральные вещества.

Сорняки способствуют массовому размножению и распространению вредителей и болезней, которые сильно поражают посеvy культур.

Сорняки из семейства капустных (крестоцветных) служат очагами размножения бабочки-капустницы, капустной тли, земляных блошек, рапсового клопа и др. Пырей ползучий служит местообитанием вредной черепашки, листовой тли, а марь белая - свекловичного долгоносика, озимой совки, лугового мотылька и других вредителей, которые после размножения мигрируют на посеvy.

Сорные растения из семейства мятликовых (щетинник сизый, пырей ползучий, овсюг) являются резервуарами корневой гнили, мозаики, ржавчины и головни злаковых культур. Многие вирусные болезни переносятся насекомыми с сорняков на посеvy культур.

На засоренных полях уборка урожая сильно осложняется. Сырая хлебная масса плохо обмолачивается, увеличиваются потери зерна. Бункерная масса, поступающая с засоренных полей на тока, содержит около 30-40% влажных частей сорняков, что требует многократной очистки и последующей сушки зерна.

На полях, засоренных пыреем ползучим, хвощем полевым, бодяком полевым, тяговое усилие при обработке почвы возрастает на 20-30%.

Продукция, получаемая с засоренных полей, имеет низкое качество. Зерно содержит протеина на 0,6-2%, а клубни картофеля имеют крахмала на 0,2-1,2% меньше, чем соответствующая продукция с чистых от сорняков полей.

Однако самый существенный ущерб от сорняков состоит в том, что они еще и снижают урожайность возделываемых культур. Если в целом потеря урожая зерновых от сорняков оценивается в 13-17%, а при сильном засорении они возрастают до 25-30%, то сильное развитие сорняков на полях картофеля, сахарной свеклы, кукурузы снижает урожай их основной продукции на 60-90%. Следовательно, успешная борьба с сорными растениями на полях позволит существенно улучшить качество получаемой продукции и значительно повысить урожайность возделываемых культур.

Большинство сорняков приспособлено к конкретным условиям реакции почвенного раствора (рН) и увлажненности почв, обеспеченности их элементами питания.

По отношению к *уровню увлажнения почвы* можно выделить следующие группы сорных растений: *сигрофиты*, которые встречаются почти исключительно на сырой, слабо аэрируемой почве. К ним относятся, например, лютик ползучий, ситник лягушечный, сушеница топяная, мята полевая, хвощ полевой и чистец болотный; *сигромезофиты*, которые предпочитают достаточно влажные и хорошо аэрируемые почвы. К ним относятся, например, осот полевой, марь белая, дымянка аптечная, подмаренник цепкий, ярутка полевая и ромашка продырявленная; *ксерофиты*, которые предпочитают хорошо аэрируемые, теплые и временами просыхающие почвы. К этой группе относятся, например, просо куриное, щетинник зеленый, амброзия полыннолистная, щирица запрокинутая.

В отношении *реакции почвенного раствора* (рН) различают сорняки, предпочитающие известковые и кислые почвы, а также индифферентные виды. К видам, которые предпочитают более *щелочные почвы* относятся: лисохвост полевой, лютик полевой, бодяк полевой, горчица полевая, вьюнок полевой, вероника полевая, вероника персидская, овсюг, осот полевой, осот шероховатый, лебеда раскидистая, мак-самосейка, мак колючий, бородавник обыкновенный, яснотка пурпурная, яснотка стелющаяся. Индикаторными сорняками для почв со щелочной реакцией являются дрема ночная, желтушник левкойный, марьянник полевой, чина клубненосная, живокость полевая и молочай маленький.

Более *кислые почвы* предпочитают пупавка полевая, вероника плющелистная, редька дикая, ромашка лекарственная, ромашка продырявленная, мятлик однолетний, нивяник посевной, вика мохнатая и метлица обыкновенная. Индикаторами являются торица полевая, щавельки, дивало однолетнее.

Не однозначно отношение сорняков к *содержанию пита-*

*тельных элементов в почве*, за исключением азота. К *нитрофильным* сорнякам на всех почвах относятся, например, марь белая, пасушья сумка, подмаренник цепкий, горец почечуйный, крестовник обыкновенный и звездчатка средняя.

На «теплых почвах» - ширица запрокинутая, пролесник однолетний, щетинник зеленый, крапива жгучая, галинсога мелколистная, просо куриное и паслен черный.

Сорняки по-разному приспособлены к переживанию неблагоприятных периодов. По этой способности их группируют в следующие *жизненные группы*:

*Терофиты* - в эту группу входят однолетние сорняки, которые переживают неблагоприятный период (зиму) семенами. Весь цикл жизни проходит у них в течение одного года или еще более коротких сроков. К этой группе относится большинство сорняков умеренной зоны.

*Гемикриптофиты* - виды этой группы имеют побеги с органами для переживания (почки) вблизи поверхности земли, с помощью которых они перезимовывают. К этой группе относится достаточно большое число видов сорняков, обитающих на экстенсивно использованных землях.

*Криптофиты или геофиты* - у этой группы отмирают в течение вегетационного периода все наземные части и переживание ими неблагоприятных условий происходит в виде подземных органов (корневищ, луковиц, клубней, корнеотпрысков). К ним относится относительно мало видов сорняков и распространены они преимущественно на многолетних насаждениях.

### 3.2. Способы учета сорных растений и пороги их вредоносности

*Задание для самостоятельной работы.* Рассмотреть *глазомерные и количественные методы учета засоренности посевов. Изучить методику картографирования сорно-полевой растительности и потребности в гербицидах.*

При планировании системы истребительных мероприятий необходима полная информация по обилию сорняков на сельскохозяйственных угодьях, но прежде всего на посевах. Для этого проводят учет сорняков разными способами, из которых наиболее точным является метод прямого подсчета с помощью учетной рамки.

Рамку квадратной формы площадью 0,25 м<sup>2</sup> (длина каждой стороны 0,5 м) лучше изготовить из полужесткой проволоки сечением 3-5 мм. Обследуемый участок проходят от одного края к противоположному по заранее намеченному маршруту, представляющему или

ломаную линию, или прямые линии по направлению одной или двух диагоналей. Через равное количество времени (или равное количество шагов) делают остановку. У носка ноги накладывают учетную рамку, одной диагональю на рядок культуры, и в площади рамки подсчитывают число стеблей каждого вида сорняков, а результаты тут же записывают в ведомость учета. На поле или участке площадью до 10 гектар таких мест учета должно быть не менее 4-5, на поле 10-80 гектар - 7-9 и на поле более 80 гектар - не менее 10 мест учета. После учета сорняков в поле окончательные расчеты по определению количества малолетних и многолетних и всех сорняков в штуках на 1 м<sup>2</sup> проводят в помещении.

Время учета засоренности посевов должно на 3-5 дней опережать минимальные сроки проведения истребительных мероприятий.

Полученные результаты учета используются в качестве обоснования целесообразности проведения истребительных мероприятий по борьбе с сорняками на каждом поле. При низкой засоренности посевов понесенные хозяйством затраты на борьбу с сорняками могут не окупиться полученной прибавкой урожая культуры. При высокой засоренности посевов отказ от борьбы с сорняками может привести к значительному недобору урожая. В этой связи необходимо знать тот уровень обилия сорняков, при котором все затраты на проведение истребительных мероприятий экономически окупаются прибавкой урожая, полученной от уничтожения сорняков в посевах. Такое количество сорняков и называют **экономическим порогом (или уровнем) вредоносности сорняков**, которые приведены для ряда основных культур в таблице 12.

Таблица 12 - Экономические пороги вредоносности сорняков (шт/м<sup>2</sup>) в посевах культур

| Виды культур       | Группа сорняков |             |             |
|--------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                    | малолетние      | многолетние | все сорняки |
| Озимая рожь        | 16-30           | 3-5         | 18-30       |
| Озимая пшеница     | 12-25           | 2-4         | 14-25       |
| Яровая пшеница     | 10-26           | 3-5         | 15-26       |
| Ячмень             | 12-32           | 2-4         | 16-32       |
| Овес               | 10-30           | 3-4         | 14-32       |
| Горох              | 8-25            | 2-4         | 12-27       |
| Кукуруза на силос  | 5-9             | 3-5         | 6-14        |
| Картофель          | 5-8             | 3-5         | 8-13        |
| Сахарная свекла    | 3-8             | 1-3         | 5-11        |
| Лен-долгунец       | 12-20           | 2-5         | 17-23       |
| Смесь вики с овсом | 20-35           | 7-15        | 25-40       |
| Многолетние травы  | 17-30           | 12-25       | 17-30       |

### 3.3. Условия эффективного применения гербицидов

*Задание для самостоятельной работы. Разработать систему мер по химической борьбе с сорняками.*

Для эффективного применения гербицидов необходимо иметь сертифицированный набор необходимых гербицидов.

**Наличие сертификата.** Каждая партия препарата, в том числе упаковка или расфасовка в розничной торговле, должна иметь сертификат и все сведения о составе, времени производства, объектах уничтожения, способах применения, норме расхода и другие сведения, определяющие эффективное и безопасное его использование и т.п. Без такой подробной информации использование препарата не допустимо.

**Необходимо строго соблюдать рекомендуемую норму расхода препарата.** Завышенная норма препарата приводит к повреждению культуры, а заниженная - слабой гибели сорняков. В справочниках нормы применения указываются по их конкретному препарату (кг/га, л/га).

**Срок применения** в значительной мере определяет гербицидную активность препарата и безопасность его для культуры. Поэтому необходимо строго соблюдать рекомендуемые сроки применения для каждого гербицида и работать с прилипателями.

По срокам применения относительно состояния культуры различают гербициды: **предпосевные** (до посева или посадки), **послепосевные**, **довсходовые** (за 2-4 дня до появления всходов культуры), **послевсходовые** (по вегетирующим растениям культуры) и **послеуборочные**.

**Величина капель опрыскиваемой рабочей жидкости.** При опрыскивании полей слишком мелкие капли (< 50 мк) уносятся легким воздушным потоком и могут повредить соседнее поле, тогда как крупные капли (> 500 мк) плохо удерживаются на листьях сорняков или неравномерно распределяются по поверхности почвы.

**Время опрыскивания** наиболее оптимально в утренние (до 10-11 часов) и в вечерние (после 16-17 часов), когда наименее выражены опасность как переноса капель рабочей жидкости восходящими потоками воздуха, так и сноса их ветром, скорость которого не должна превышать 4 м/с. Высокая температура воздуха (>22°C), как и низкая (<12°C) снижают фитотоксичность ряда гербицидов. Не следует проводить опрыскивание посевов листовыми гербицидами при высокой вероятности выпадения дождя.

**Почвенные условия** весьма важны при использовании почвенных гербицидов. Мелко комковатая выровненная поверхность поч-

вы и ее умеренная увлажненность повышает гербицидную активность препаратов. Напротив, крупно глыбистая и невыравненная поверхность поля, как и сильное иссушение почвы резко снижают эффективность многих почвенных гербицидов.

Не останавливаясь на соблюдении других условий, о которых осведомлена агрономическая служба данного региона и района, необходимо резюмировать лишь следующее. Эффективность применения гербицидов на конкретном поле в значительной мере определяется не только видовым составом сорняков, но и соблюдением сроков выполнения и проведения с высоким качеством всех агротехнических приемов, предусмотренных принятыми технологиями возделывания культур.

**Гербициды в посевах полевых культур.** *Рекомендуемый набор гербицидов публикуется ежегодно в соответствующих каталогах.* В посевах зерновых культур (озимые рожь и пшеница, яровая пшеница, овес, ячмень) в борьбе с двудольными сорняками (марь белая, редька дикая, пикульник заметный, горчица полевая, пастушья сумка и др.) применяют препараты: Скорпион супер - 0,6-0,75 л/га, Коррида -10 -25 г/га. Опрыскивание посевов проводят в фазу кущения культуры и до выхода в трубку.

В посевах кукурузы в фазу 3-5 листьев против двудольных сорняков применяют: вояж - 50-100 г/га, девиз - 0,4л/га - 0,8л/га.

В борьбе со злаковыми и двудольными сорняками почву опрыскивают до посева или до всходов кукурузы почвенным гербицидом Зеро - 2,0 -8,0 л/га

В посадках картофеля малолетние двудольные и злаковые сорняки уничтожаются опрыскиванием до всходов культуры поверхности почвы Зенкор нормой 1,0-1,5 или Стомп - 1,4-1,6 кг/га.

На полях с сильным развитием многолетних злаковых и двудольных сорняков опрыскивание проводят в послеуборочный период по их вегетирующим органам гербицидом Раундап (глифосат) нормой 1,4-2,1 кг/га, а при наличии только малолетних злаковых и двудольных сорняков норму снижают до 0,7-1,4 кг/га.

**Комплексные меры борьбы** слагаются из последовательно дополняющих и усиливающих друг друга отдельных мер, реализуемых в очередной наиболее уязвимый период жизни сорняков. В результате последовательного и усиливающегося на сорняки давления этих мер, которые могут осуществляться на протяжении нескольких лет, жизнеспособность растений сорняков, их семенная продуктивность, запас пластических веществ в корнях размножения, возможности к распространению и экологические условия обитания настолько снижаются, что гибель индивидуумов не компенсируется их количественной спо-

способностью к генеративному и вегетативному возобновлению. Если при разработке сочетания двух и более мер отсутствует использование каких-либо гербицидов, то такие комплексные меры как синоним называются **агротехническими**. Примером сочетания таких мер борьбы может быть: методы провокации (механические) и глубокой заделки (механические) в системе зяблевой обработки предшественника ячменя + известкование почвы (экологические) + весной реализация метода провокации (механические) в системе предпосевной подготовки почвы и увеличение на 10-15% нормы высева ячменя (фитоценологические). Все эти меры обычно реализуются в системе принятой технологии и не требуют существенных дополнительных затрат, обеспечивая сильное подавление сорняков и снижение их обилия и семенной продуктивности в посеве.

**Меры безопасности при работе с гербицидами.** При опрыскивании полей гербицидами необходимо соблюдать все меры предосторожности, предусмотренные при работе с другими пестицидами. К работе допускаются только лица, прошедшие медицинский контроль, инструктаж и обеспеченные специальной одеждой (комбинезон, резиновые сапоги и перчатки, респиратор, очки). Во время работы запрещается снимать спецодежду, курить и принимать пищу. Работающие должны уметь оказывать первую помощь пострадавшим, иметь аптечку доврачебной помощи, а при первых признаках отравления (головокружения, одышка, рвота и т.п.) немедленно обратиться в медпункт.

**Задание для самостоятельной работы при выполнении научно-исследовательской работы** (выполняется на примере конкретного севооборота).

1. Провести обследование посевов полевых культур и установить видовой состав сорной растительности.
2. Определить характер засоренности полей и составить карту их засоренности.
3. Разработать систему обработки почвы и наметить перечень применяемых гербицидов на примере одного полевого севооборота и представить в виде таблицы.



## 4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОСНОВНЫЕ С.-Х. КУЛЬТУРЫ

### 4.1. Система обработки почвы под с.-х. культуры

#### Задание для самостоятельной работы

**Озимая пшеница** (Брянская область, серая лесная среднесуглинистая почва, предшественник вико-овсяная смесь, поле засорено однолетними сорняками, в т.ч. ромашкой непахучей, васильком синим и многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Озимая рожь (озимая тритикале)** (Брянская область, дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, предшественник - многолетние травы 2 г.п., поле засорено однолетними зимующими и многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Яровая пшеница** (Брянская область, серая лесная среднесуглинистая почва, предшественник - картофель, поле засорено однолетними сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Ячмень с подсевом многолетних трав** (Брянская обл., дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, предшественник - картофель, поле засорено однолетними и многолетними корневищными сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Овес** (Брянская обл., дерново-подзолистая супесчаная почва, предшественник - кукуруза на силос, поле засорено однолетними сорняками, в т.ч. в сильной степени куриным просом)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Горох на зерно** (Брянская обл., серая лесная среднесуглинистая почва, предшественник - кормовые корнеплоды, поле засорено однолетними и многолетними корневищными сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Люпин на зерно** (Брянская обл., дерново-подзолистая супесчаная почва, предшественник - озимая рожь, поле засорено однолетними и многолетними корневищными сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Горохо-овсяная смесь на зеленый корм** (Брянская область, дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва, предшественник - овес, поле засорено однолетними и многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Гречиха** - сплошной узкорядный посев (Брянская область, дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, предшественник - озимая пшеница, поле засорено однолетними сорняками, в т.ч. в сильной степени куриным просом)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Картофель** (Брянская область, серая лесная легкосуглинистая почва, предшественник - озимая пшеница, поле засорено однолетними и многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Кукуруза на силос** (Брянская область, дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, предшественник - ячмень, поле засорено однолетними и многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Сахарная свекла** (Брянская обл., почва – серая лесная легко-суглинистая почва, предшественник - озимая пшеница, поле засорено однолетними двудольными и однодольными, многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

**Лен** (Брянская обл., почва – серая лесная легкосуглинистая почва, предшественник - многолетние травы, поле засорено однолетними и многолетними корневищными сорняками)

| Приемы обработки почвы                      | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Агротехнические сроки проведения работ |
|---|-------------|---------------------------|--|
| <b>Система основной обработки почвы</b>     |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система предпосевной обработки почвы</b> |             |                           |  |
|   |             |                           |  |
| <b>Система послепосевной обработки</b>      |             |                           |  |
|   |             |                           |  |

#### **4.2. Система обработки почвы вновь осваиваемых землях и в севообороте**

##### **Вопросы для контроля знаний**

- 1.1. Особенности обработки вновь осваиваемых минеральных почв.
- 1.2. Особенности обработки вновь осваиваемых торфяно-болотных почв.
- 1.3. Основные принципы обработки почвы в севообороте.
- 1.4. Углубление Апах. на дерново-подзолистых и серых лесных почвах.
- 1.5. Агротехнические меры борьбы с корнеотпрысковыми сорняками.
- 1.6. Агротехнические меры борьбы с корневищными сорняками.
- 1.7. Разноглубинная обработка почвы в севообороте.
- 1.8. Сочетание приемов основной обработки почвы с оборотом и без оборота пласта.

### Задание для самостоятельной работы

1. Разработать системы обработки вновь осваиваемых землях;
2. Изучить принципы и разработать системы обработки почвы в севооборотах разных типов и видов.

Варианты систем обработки вновь осваиваемых земель.

**Однолетние травы** (Брянская область, суходол нормального увлажнения, почва - дерново-подзолистая супесчаная, поле засорено однолетними и многолетними корневищными сорняками) (залежь)

| Приемы обработки почвы                         | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Сроки проведения                | Цель приема                                       |
|--|-------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| Дискование в 2-х направлениях                  | 10-12       | БДТ-3, БДТ-7              | Весной, при физической спелости | Измельчение дернины и корневых систем сорняков    |
| Дискование в 2-х направлениях                  | 12-15       | БДТ-3, БДТ-7              | Через 2-3 недели                | Измельчение всходов сорняков                      |
| Вспашка плугом с предплужником                 | 20-25       | ПЛН-4-35                  | Через 2-3 недели                | Глубокая заделка сорняков и растительных остатков |
| Последовательное применение поверхностной обр. | 10-15       | ЛДГ-10 или БДТ-7          | По мере появления сорняков      | Борьба с сорняками                                |
| Предпосевная культивация с боронованием        | 6-8         | КПС-4                     | 2 половина июля                 | Создание условий для посева                       |

**Однолетние травы** (Брянская область, суходол под кустарником и мелколесьем, почва - серая лесная легкосуглинистая, поле засорено многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                                     | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины   | Сроки проведения                | Цель приема  |
|--|-------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| Удаление кустарника и пней                                 | 40-45       | Корчеватели                 | Лето-осень                      | Очистка от кустарников и пней                      |
| Фрезерная обработка  | До 45       | ФБН-3+ К-700                | Рано весной                     | Измельчение растительных остатков                  |
| Последовательное применение поверхностной обработки        | 10-15       | ЛДГ-10 или БДТ-7, или КПС-4 | По мере появления сорняков      | Борьба с сорняками, накопление питательных веществ |
| Вспашка  | 20-22       | ПЛН-4-35                    | сентябрь                        | Создание оптимальной структуры                     |
| Предпосевная культивация с боронованием в 2-х направлениях | 6-8         | КПС-4                       | Весной, при физической спелости | Создание условий для посева                        |

**Однолетние травы** (Брянская область, луга центральной части поймы, почва - аллювиальная береговая, поле засорено однолетними и многолетними корневищными сорняками)

| Приемы обработки почвы                                     | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины         | Сроки проведения                   | Цель приема                                    |
|--|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Дискование в 2-х направлениях                              | 10-12       | БДТ-3, БДТ-7                      | Весной, после схода паводковых вод | Измельчение дернины и корневых систем сорняков |
| Дискование в 2-х направлениях                              | 12-15       | БДТ-3, БДТ-7                      | Через 2-3 недели                   | Измельчение всходов сорняков                   |
| Фрезерная обработка или вспашка с предплужником            | До 25       | ФБН-3+ К-700 или ПЛН-4-35 + ДТ-75 | Через 2-3 недели                   | Измельчение растительных остатков и их заделка |
| Предпосевная культивация с боронованием в 2-х направлениях | 6-8         | КПС-4                             | Перед посевом                      | Создание условий для посева                    |

**Однолетние травы** (Брянская область, суходол из-под леса, почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая, поле засорено многолетними корневищными сорняками)

| Приемы обработки почвы                                     | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины   | Сроки проведения           | Цель приема  |
|--|-------------|-----------------------------|----------------------------|--|
| Удаление кустарника и пней                                 | 40-45       | Т-130 + корчеватели         | Лето-осень                 | Очистка от кустарников и пней                      |
| Дискование в 2-х направлениях                              | 10-15       | БДТ-3, БДТ-7                | Вслед за раскорчевкой      | Измельчение дернины и корневых систем сорняков     |
| Плантажная вспашка   | До 70       | Плантажный плуг             | Через 2-3 недели           | Глубокая заделка растительных остатков             |
| Последовательное применение поверхностной обработки        | 10-15       | ЛДГ-10 или БДТ-7, или КПС-4 | По мере появления сорняков | Борьба с сорняками, накопление питательных веществ |
| Предпосевная культивация с боронованием в 2-х направлениях | 6-8         | КПС-4                       | Перед посевом              | Создание условий для посева                        |

**Однолетние травы** (Брянская область, закустаренные мелкозалежные (50-100 см) низинные торфяники, участок засорен однолетними и многолетними корнеотпрысковыми сорняками)

| Приемы обработки почвы                              | Глубина, см | Орудия, агрегаты и машины | Сроки проведения                | Цель приема  |
|---|-------------|---------------------------|---------------------------------|--|
| Удаление кустарника                                 | 40-45       | Т-130<br>+корчеватели     | Лето-осень                      | Очистка от кустарников                                 |
| Дискование в 2-х направлениях                       | 10-15       | БДТ-3, БДТ-7              | Вслед за раскорчевкой           | Измельчение дернины и корневых систем сорняков         |
| Фрезерная обработка                                 | До 45       | ФБН-3+ К-700              | Рано весной                     | Измельчение растительных остат.                        |
| Прикатывание  | -           | КВГ-1.4                   | Вслед за фрезированием          | Уплотнение для подтягивания влаги из нижних горизонтов |
| Последовательное применение поверхностной обработки | 10-15       | ЛДГ-10 или БДТ-7          | По мере появления сорняков      | Борьба с сорняками, накопление питат. веществ          |
| Предпосевная обработка.                             | 6-8         | БДТ-3, БДТ-7, ЛДГ-10      | Весной, при физической спелости | Создание условий для посева                            |

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 512 с.
2. Мельникова О.В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России: автореф. дис. ... на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. Брянск, 2009. 45 с.
3. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Научные основы. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 348 с.
4. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Методика преподавания дисциплины «Растениеводство». СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 196 с.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основные источники:

1. Мальцев В.Ф., Ториков В.Е., Белоус Н.М. Словарь агрономических терминов. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2006. 336 с.
2. Земледелие / Н.С. Матюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров и др. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011 189 с.
3. Сельманович В.Л. Кормопроизводство с основами земледелия. М.: Новое знание, 2008.
4. Технология производства продукции растениеводства / В.Ф. Мальцев, М.К. Каюмов, В.Е. Ториков и др. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 601 с.
5. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Солдатенков Е.П. Практикум по луговому кормопроизводству: учеб. пособие. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 336 с.
6. Ториков В.Е. Практикум по растениеводству: учеб. пособие. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 416 с.
7. Чулкина В.А., Горопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Экологические основы интегрированной защиты растений. М.: КолосС, 2007.
8. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 512 с.

### Дополнительные источники:

1. Шептухов В.Н., Гафуров Р.М., Папаскири Т.В. Атлас основных видов сорных растений России. М.: КолосС, 2009.
2. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов. М.: Колос, 2000.
3. Исаичев И.И. Защита растений от вредителей. М.: Колос, 2003.
4. Филатов В.И., Баздырев Г.И., Объедков М.Г. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / под ред. В.И. Филатова. М.: КолосС, 2003.
5. Отраслевые регламенты. Озимые зерновые культуры: биология и технология возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Н.С. Шпилев, Г.П. Малявко и др. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 138 с.
6. Отраслевые регламенты. Крупяные культуры: биология и технология возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, М.И. Никифоров, А.С. Юдин. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 73 с.
7. Отраслевые регламенты. Яровые зерновые хлеба: биология

и технология возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Н.С. Шпилев. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 124 с.

8. Отраслевые регламенты. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технология возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, И.Я. Моисеенко. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА. 2010. 150 с.

9. Отраслевые регламенты. Многолетние бобовые и злаковые травы: биология и технология возделывания / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, И.Я. Моисеенко. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 149 с.

10. Белоус Н.М., Малявко Г.П., Шаповалов В.Ф. Справочник агрохимика. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. 50 с.

11. Ториков В.Е. Эколого-экономические и технологические основы растениеводства: монография. Белгород, 2007. 84 с.

12. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Сахарная свекла и кормовые корнеплоды: биология и технология возделывания. Брянск, 2010. 84 с.

13. Ториков В.Е., Шаков В.М. Рапс озимый и яровой. Брянск, 2010. 101 с.

14. Белоус Н. М., Малявко Г.П., Шаповалов В.Ф. Справочник агрохимика. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. 50 с.

Учебное издание

Ториков Владимир Ефимович  
Мельникова Ольга Владимировна

**ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ,  
РАСТЕНИЕВОДСТВО**

(лабораторно-практические занятия и задания  
для самостоятельной работы)

*Учебно-методическое пособие для аспирантов  
направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство,  
профиль *Общее земледелие, растениеводство**

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 15.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 4,59. Тираж 25 экз. Изд. № 5567.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ