

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А. И. Юсов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕВООБОРОТОВ И ПОЛЕВОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для
студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
35.04.04 Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2024

УДК 631.582

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ»

Е. А. Барановская

Юсов, А. И.

Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия / А. И. Юсов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 32 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» представлены учебно-методические материалы, включающие объем, темы, цель и задачи лабораторных работ, контрольные вопросы, отражены рекомендации для выполнения лабораторных работ направления подготовки 35.04.04 Агрономия, форма обучения очная и заочная.

Табл. 1, список лит. – 2 наименования

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 19 марта 2024 г., протокол № 10

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 марта 2024 г., протокол № 13

УДК 631.582

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2024 г.
© Юсов А. И., 2024 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	5
2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	27
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	28
4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	30
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	31

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области проектирования севооборотов и полевой инфраструктуры, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии, а также компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Дисциплина «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» относится к основной профессиональной образовательной программе магистратуры по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия.

В результате выполнения лабораторных работ по дисциплине «Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры» обучающийся должен:

знать:

- научные основы севооборотов; предшественников сельскохозяйственных культур;
- классификацию и организацию севооборотов;

уметь:

- составлять схемы севооборотов, планы их освоения при различной степени интенсификации технологий;
- давать агроэкономическую оценку севооборотам;

владеть:

- методиками составления схем севооборотов при различных агротехнологиях.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Лабораторные работы предназначены для формирования систематизированных знаний и получения практических навыков в области проектирования технологий возделывания полевых культур, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Отчет по выполнению лабораторной работы должен содержать краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторной работы и вывод.

При подготовке к защите лабораторной работы по данной теме следует ответить на контрольные вопросы. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета о работе и на основании ответов студента на вопросы по теме лабораторной работы.

Защита результатов лабораторных работ является формой контроля текущей успеваемости студента.

Тематический план лабораторных работ (ЛР) представлен в таблице.

Таблица – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛР

Номер лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Количество часов ЛР,	
		очная форма	заочная форма
1	Определение влажности почвы и оценка запасов влаги в почве	2	–
2	Строение пахотного слоя	2	–
3	Определение структурного состояния почвы методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову	2	–
4	Определение водопрочности структуры почвы	2	2
5	Определение действительно возможной урожайности по гидротермическому показателю	2	2
6	Оценка устойчивости почвы против ветровой эрозии	2	–
7	Определение гумуса почвы	2	–
8	Определение кислотности почв	2	–
Итого		16	4

Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Определение влажности почвы и оценка запасов влаги в почве

Цель работы. Определение влажности почвы термостатно-весовым методом.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Почвенный бур, алюминиевые стаканчики, весы, сушильный шкаф, щипцы, эксикатор.

Теоретические сведения. В почве всегда содержится определенное количество влаги. Ее содержание, выраженное в процентах к массе сухой почвы, (высушенной при 105 °С) характеризует влажность почвы. Запасы влаги можно выражать, также, в м³/га, в мм. Вода поступает в почву в виде атмосферных осадков, грунтовых вод, при конденсации водяных паров из атмосферы, при орошении. Главным источником поступления воды в неорошаемом земледелии являются атмосферные осадки.

Растения расходуют воду в огромном количестве. Для создания 1 г сухого вещества потребляется от 200 до 1000 г воды. С водой в растения поступают питательные вещества. Растения нормально развиваются только при постоянном и достаточном количестве влаги в почве. Недостаток, как и избыток, влага в почве ограничивает продуктивность растений. В этом случае различные агроприемы, направленные на повышение урожаев сельскохозяйственных культур (внесение удобрений, известкование и др.), становятся неэффективными.

Водообеспеченность растений определяется не только количеством поступающей воды, но и водными свойствами почвы: способностью впитывать, фильтровать, удерживать, сохранять воду и отдавать ее растениям по мере потребления. Поэтому в одинаковых климатических условиях содержание влаги в почве может быть различно. При равной влажности, почвы могут содержать разное количество доступной воды. Это зависит от механического состава почв, структурного состояния, содержания гумуса и других показателей, предопределяющих их водные свойства.

Вода в почве находится в разных состояниях, различают следующие главные формы воды в почве.

Вода гравитационная – занимает в почве крупные поры (некапиллярные), передвигается сверху вниз под собственной тяжестью. Это самая доступная для растений вода. Однако если она заполняет все, поры, то наступает переувлажнение почвы. На песчаных почвах гравитационная вода легко уходит вглубь, в зону недосягаемую для корней.

Вода капиллярная – занимает капилляры почвы. По ним она передвигается от более влажного слоя к более сухому. По мере испарения с поверхности почвы такой восходящий ток воды может иссушить почву. Капиллярная вода доступна растениям.

Вода гигроскопическая находится в почве в виде молекул, в поглощенном состоянии. Она очень прочно удерживается поверхностью почвенных частиц и недоступна растениям. Количество гигроскопической влаги зависит от механического состава почвы. Чем больше в ней глинистых частиц, тем выше

гигроскопичность. У песков она около 0,5 % (от массы сухой почвы), у супесчаных почв – 3–4, у легкосуглинистых – 6–7, у средних суглинков – 8–10, у тяжелых суглинков – 10–12 %.

Вода плёночная – покрывает тонким слоем почвенные частицы поверх гигроскопичной воды. Эта вода, также, недоступна растениям.

Вода парообразная – находится в виде водяных паров в почвенном воздухе. Большого значения для растений не имеет

Количество воды, которое почва прочно удерживает, и которую не могут использовать растения, называется недоступной влагой («мертвый запас воды»).

Для учета доступной (полезной) растениям влага в почве определяют общее количество ее, а затем вычитают недоступную влагу. Количество недоступной влага равно удвоенному значению максимальной гигроскопичности. Для растений очень важно, насколько хорошо удерживает почва полученную влагу и отдает ее корням.

Наибольшее количество воды, которое может быть удержано почвой, называется общей (или полной) влагоемкостью почвы. Она зависит от механического состава почвы, содержания в ней гумуса и от общей пористости.

Свойство почвы впитывать и пропускать через себя воду называется водопроницаемостью. При плохой водопроницаемости (на тяжелых почвах) вода осадков стекает по поверхности почвы. В то же время при очень высокой водопроницаемости, какой, например, обладает песчаная почва, осадки слишком быстро проникают через почву и не используются растениями.

Свойство почвы поднимать воду вверх называется водоподъемной способностью. Наибольший этот показатель у глинистых и суглинистых почв. Для водного режима почвы имеет значение ее испаряющая способность. Скорость испарения увеличивается при повышении температуры и скорости ветра. Ровная поверхность почвы испаряет воды меньше, чем глыбистая. Для уменьшения испарения разрушают почвенные капилляры (в почвенной корке), покрывают поверхность почвы мертвыми органическими остатками (торфом, листьями, опилками, соломой) – мульчируют. Количество влаги в почве постоянно изменяется под влиянием выпадающих осадков, физического испарения с поверхности почвы, потребления ее растениями. Постоянный контроль над содержанием влаги в почве позволяет грамотно планировать различные агротехнические мероприятия (сроки и дозы внесения удобрений, срок сева, способы обработки почвы, полив и др.).

Ход работы. Почвенным буром отбирают образцы почвы с различных глубин по слоям. Каждый образец помещают в предварительно взвешенный стаканчик, который быстро закрывают крышкой.

После взятия необходимого количества проб, стаканчики с почвой доставляют в лабораторию и взвешивают с точностью до 0,01 г. Снимают крышки. Стаканчики, вставленные нижним концом в крышки, помещают в сушильный шкаф и высушивают в течение 6 часов при температуре 105 °С. После высушивания, стаканчики помещают в эксикатор для охлаждения, а затем взвешивают вновь. Результаты заносят в таблицу.

Полевую влажность почв рассчитывают по формуле:

$$Y = \frac{a \cdot 100}{\epsilon},$$

где Y – полевая влажность, в %; a – масса испарившейся влаги, в г; ϵ – масса абсолютно сухой почвы, г.

Запас влаги, в том или ином слое почвы (т/га), рассчитывают по формуле:

$$W = Y \cdot d \cdot h,$$

где W – общий запас воды в почве, в т/га; Y – влажность почвы, в %; d – объемная масса почвы в г/см³; h – толщина, исследуемого слоя, в см.

Чтобы выразить запас воды в миллиметрах водного столба, полученное количество воды в тоннах нужно разделить на 10, так как слой воды толщиной в 1 мм на площади 1 га соответствуют 10 куб. м. Сделайте расчеты запасов влаги в почве по горизонтам и в целом, по изучаемому слою.

Результаты расчетов оформить в виде таблицы.

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Какие свойства относятся к водно-физическим?
2. Какие факторы определяют водно-физические свойства почвы, регулирование их в земледелии.
3. Почвенно-гидрологические константы, степень доступности растениям.
4. Расчет запасов продуктивной влаги.
5. Оценка запасов продуктивной влаги.
6. Типы водного режима.
7. Методы определения влажности.

Лабораторная работа 2. Строение пахотного слоя

Цель работы. Определение плотности и пористости почвы

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Мерные цилиндры или стаканчики с метками, аналитические весы.

Теоретические сведения. 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 4 °С. Ее величина определяется соотношением

в почве компонентов органических и минеральных частей почвы. Для органических веществ (сухой опад растений, торф, гумус) плотность твердой фазы колеблется от 0,2–0,5 до 1,0–1,4, а для минеральных соединений – от 2,1–2,5 до 4,0–5,18 г/см³. Для минеральных горизонтов большинства почв плотность твердой фазы колеблется от 2,4 до 2,65 г/см³, для торфяных горизонтов – от 1,4 до 1,8 г/см³.

Плотность почвы – масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Так же, как и плотность твердой фазы ее выражают в г/см³. Плотность почвы зависит от минералогического и механического состава, структуры почвы и содержания органического вещества. Большое влияние на плотность оказывает обработка почвы и воздействие движущейся по поверхности почвы техники. Наиболее рыхлой почва бывает сразу после обработки, затем она постепенно уплотняется и через некоторое время ее плотность приходит в состояние равновесной, т. е. мало изменяющейся (до следующей обработки). Верхние горизонты почв, содержащие больше органического вещества, лучше оструктуренные, подвергающиеся рыхлению при обработке, имеют более низкую плотность.

Плотность почвы сильно влияет на поглощение влаги, газообмен в почве, развитие корневых систем растений, интенсивность микробиологических процессов. Оптимальная плотность пахотного горизонта для большинства культурных растений – 1,0–1,2 г/см³.

Пористость (или скважность) почвы – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Выражают в процентах от общего объема почвы и вычисляют по показателям плотности почвы и плотности твердой фазы.

Пористость зависит от механического состава, структурности, деятельности почвенной фауны (черви, насекомые и др.), содержания органического вещества, в пахотных почвах от обработки и приемов окультуривания почвы.

Поры в почве образуются между отдельными механическими элементами, агрегатами и внутри агрегатов. Различают общую пористость, капиллярную и некапиллярную. Поры могут быть заполнены водой и воздухом. Поэтому также различают поры, занятые рыхлосвязанной водой, заполненные прочносвязанной водой и занятые воздухом (поры аэрации).

Некапиллярные поры обеспечивают водопроницаемость, воздухообмен; капиллярная пористость создает водоудерживающую способность почвы, т. е. от ее значения зависит запас доступной влаги для растений.

Для создания устойчивого запаса влаги в почве при одновременном хорошем воздухообмене (аэрации) необходимо, чтобы некапиллярная пористость составляла 55–65 % общей пористости. Если она меньше 50 %, то это приводит к ухудшению воздухообмена и может вызвать развитие анаэробных процессов в почве. В агрономическом отношении важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость, заполненную водой и одновременно пористость аэрации не менее 15 % объема в минеральных и 30–40 % в торфяных почвах.

Общая пористость имеет наивысшие показатели в верхних горизонтах (в среднем около 50–55 %) и заметно снижается в нижележащих. Она выше в суглинистых и глинистых почвах.

Ход работы. *Определение плотности почвы.* Берут металлический цилиндр (высотой 10 см и диаметром 5 см) с сетчатым дном, кладут на дно кружок фильтровальной бумаги и взвешивают на аналитических весах. Насыпают в цилиндр почву из нерастертого образца, уплотняя его по мере наполнения (постукивают дном цилиндра о ладонь руки). Измеряют высоту насыпного слоя почвы, диаметр цилиндра и определяют объем почвы. Взвешивают цилиндр с почвой и проводят необходимые расчеты. Находят плотность почвы по формуле:

$$d = \frac{m}{V},$$

где d – плотность, г/см³; m – масса сухой почвы, г; V – объем почвы, см³ (50 или 100). Результаты оформляют в виде таблицы.

Определение пористости почвы. Суммарный объем пор в почве в единице объема (пористость почвы) можно рассчитать на основании плотности твердой фазы и плотности почвы по формуле:

$$P = [1 - (d_v \cdot d)^{-1}] \cdot 100,$$

где P – общая пористость, % объема; d_v – плотность твердой фазы почвы, г/см³; d – плотность почвы, г/см³.

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под строением пахотного слоя? Методы определения.
2. Определение плотности почвы. Оптимальная и равновесная плотность.
3. Как изменяется плотность почвы с глубиной, в период вегетации, в различных полях севооборота?
4. Плотность твердой фазы почвы, методы определения.
5. От чего зависит величина плотности?
6. Способы регулирования плотности пахотного и подпахотного слоев почвы.
7. Что такое пористость почвы? Методы определения.
8. Капиллярная и некапиллярная пористость.
9. Значение оптимального строения пахотного слоя для различных сельскохозяйственных культур.
10. Приемы регулирования строения пахотного слоя почвы в земледелии.

Лабораторная работа 3. Определение структурного состояния почвы методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову

Цель работы. Дать оценку структурному состоянию почвы.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Почвенные образцы, колонки сит, бюксы, аналитические весы.

Теоретические сведения. В ряду важнейших свойств почв, определяющих их ценность и качество, почвенные режимы и процессы, пригодность для того или иного вида использования, особое место занимает структура почв.

Под структурой понимается совокупность агрегатов различной величины, формы, порозности, механической прочности и водопрочности, на которые распадается почва в естественном состоянии. Специфическая почвенная структура характерна для каждой почвы и отдельных ее горизонтов.

Форма и размеры структурных агрегатов почвы имеют диагностическое значение. Например, выделяют глыбистую структуру, характеризующуюся агрегатами неправильной формы и неровной поверхностью, она характерна для глеевых, слитых, выпаханых горизонтов, а также на переходе к горизонту С на рыхлых породах; комковатую, характеризующуюся агрегатами округлой формы с шероховатой поверхностью без выраженных ребер и граней, характерную для гумусовых и метаморфических горизонтов. Особо заметной является столбовидная структура солонцовых и слитых почв, для которой характерны агрегаты с хорошо выраженными вертикальными гранями, округлой «головкой» и неровным основанием.

Гумусовые горизонты лугово-степных почв, и черноземов отличаются зернистой структурой, с агрегатами более или менее правильной формы с выраженными гранями и ребрами, напоминающими гречневую крупу.

В целом можно сделать вывод о том, что структура почв формируется, как результат генезиса и развития почв и связана с направлением почвенных процессов, определяющих её плодородие.

С точки зрения рассмотрения почвы как природного объекта структурой обладают все почвы за исключением песчаных, и глинистых, характеризующихся раздельно-частичным состоянием, механические элементы которых залегают равномерной массой.

При характеристике структуры почвы очень важно оценить соотношение в почве капиллярных пор и некапиллярных промежутков. В структурной почве капиллярные поры распространены в основном только внутри комков, промежутки же между ними более широкие, некапиллярные. В бесструктурной почве могут быть представлены только капиллярные поры, более тонкие (глинистая почва) или более широкие (песчаная). Структурная почва, поэтому, обладает рядом очень важных в агрономическом отношении свойств. Прежде всего, структурная почва достаточно рыхлая, со значительной некапиллярной порозностью, что облегчает проникновение и размещение в ней корней растений, а также уменьшает сопротивление почвы обработке. Вспашка бесструктурной почвы требует гораздо большей затраты энергии, чем вспашка структурной почвы.

Структурная почва, в противоположность бесструктурной, обладает очень хорошим водным режимом. Вся вода, образующаяся при весеннем таянии снега, а также выпадающая на поверхность почвы в виде дождя, быстро проникает в почву и прочно удерживается ею в капиллярных порах комков, откуда её берут корни растений. Через промежутки между комками в почву легко проникает воздух, что создаёт благоприятные условия её аэрации.

Водно-воздушный режим структурных почв обеспечивает оптимальные условия для протекания микробиологических процессов, стабильной мобилизации питательных элементов и органического вещества.

С точки зрения рассмотрения почвы как средства производства, объекта сельскохозяйственной деятельности ценной является только та почвенная структура, в составе которой преобладают мезоагрегаты размером от 1 до 10 мм. Почва с преобладанием комков меньше 0,25 мм называется расплывчатой, более 10 мм – глыбистой. Ценная структура почв – одно из основных условий получения устойчивых и высоких урожаев на всех почвах.

Помимо размера, важным качеством почвенных агрегатов выступает их водопрочность, т. е. их способность не расплываться в воде. Прочность структуры – наиболее важное в производственном отношении свойство почвы. Поэтому придание почве прочной структуры – это одна из важнейших задач земледелия, которая хорошо разрешается введением в севооборот многолетних кормовых трав.

Помимо водопрочности структуры, большое значение имеет связность агрегатов, т. е. их способность противостоять механическому разъединению на части при раздавливании. Образование прочной структуры в основном является результатом разъединения почвенной массы давлением корневых систем однолетних и многолетних растений на комочки и зёрна, которые пропитываются и склеиваются перегноем, образующимся в процессе перегнивания растительных остатков. Поэтому для образования прочной агрономически ценной структуры почвы наличие в ней органического вещества (перегноя) имеет существенное значение.

Потеря структурой прочности и разрушение её происходят в результате механических воздействий на почву, а также в результате физико-химических и биологических процессов.

Сохранение и восстановление структуры почвы достигается возделыванием культуры однолетних и многолетних злаковых и бобовых растений. Большое значение имеет также правильная почвообработка в определённых пределах влажности (спелости) почвы.

Ход работы. Образцы берут почвенным буром. С каждого поля севооборота пробы берут по диагонали через равные промежутки. Средний образец из взятых проб по каждой, интересующей исследователя глубине, должен составлять 2,5 кг. При доведении образца до воздушно-сухого состояния крупные комки следует раздавить рукой так, чтобы не было комков более 1 см в диаметре.

Образцы почвы массой 500 г просеивают через набор сит, расположенных в таком порядке снизу-вверх: 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 5; 7; 10 мм. Снизу на колонку сит

надевают поддон, сверху крышку. Просеивание производят спокойным покачиванием, при котором сухие агрегаты почвы перекатываются в отверстие сит.

После сухого просеивания почвенные фракции с каждого сита взвешивают, высчитывают процент каждой фракции в отдельности, принимая за 100 % всю навеску в 500 г. Процент частиц меньше 0,25 мм определяют по разности (100 % минус сумма процентов фракций сухого просеивания).

Для сравнения оструктуренности почвы, взятой с различных полей севооборотов, необходимо рассчитать коэффициент структурности ($K_{стр.}$).

Коэффициентом структурности ($K_{стр.}$) называется отношение массы комковато-зернистой почвы, то есть комков размером от 0,25 до 10 мм в диаметре к массе остальных фракций.

$$K_{стр.} = \frac{\sum M}{\sum m},$$

где $\sum M$ – сумма масс агрегатов от 0,25 до 10 мм, г; $\sum m$ – сумма масс агрегатов более 10 мм и менее 0,25 мм, г.

Результаты работы оформить в виде таблицы. В зависимости от содержания макроагрегатов (от 0,25 до 10 мм диаметром) дается оценка структурного состояния почвы

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Структурная и бесструктурная почва.
2. Какое значение имеет гранулометрический состав почвы на запасы продуктивной влаги?
3. Какие почвенные агрегаты называют агрономически ценными?

Лабораторная работа 4. Определение водопрочности структуры почвы.

Цель работы. Оценить водопрочность структуры почвы.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Почвенные образцы, колонки сит, бюксы, аналитические весы, цилиндры, колбы 500 мл, мешалка.

Теоретические сведения. Механические элементы способны склеиваться между собой, образуя структурные отдельности (агрегаты). Они состоят из соединенных между собой механических элементов и мелких агрегатов. Форма, размер и качественный состав структурных отдельностей в различных почвах, а также в одной почве, но в разных ее горизонтах неодинаковы. Почва и ее от-

дельные горизонты могут быть оструктурены или находиться в бесструктурном состоянии. При структурном состоянии масса почвы или породы разделена на отдельности той или иной формы и величины. При бесструктурном или раздельно-частичном состоянии отдельные механические элементы, слагающие почвы, не соединены между собой в более крупные отдельности, а существуют раздельно или залегают сплошной массой. Типичным примером бесструктурного состояния является рыхлый песок. В бесструктурном состоянии могут находиться почвы различного гранулометрического состава, такое состояние возникает как следствие неправильной обработки, орошения дождеванием и др. Между структурными и бесструктурными почвами имеются и переходные почвы, у которых структура выражена слабо. Способность почвы распадаться на агрегаты разного размера и формы называется структурностью. Морфологические типы почвенной структуры разработаны С. А. Захаровым

В зависимости от формы и соотношения размеров структурных агрегатов различают три типа структуры:

– кубовидная – это структурные агрегаты, имеющие одинаковые размеры по высоте, длине и ширине; такая структура характерна для верхних горизонтов почв, а также для легких почв;

– призмовидная – высота агрегатов больше ширины и длины, образуется на некоторой глубине от поверхности в суглинистых и глинистых почвах;

– плитовидная – ширина и длина агрегатов значительно больше высоты и представлена плитками, чешуйками и т. д., образуется в относительно бесплодных почвенных горизонтах, обладающих плохими водно-физическими и химическими свойствами, формируется в подзолистых и глеевых горизонтах.

В любом из почвенных горизонтов структурные отдельности не бывают одного размера и формы. Чаще всего структура бывает смешанной, и при описании почвенной структуры чаще всего приходится пользоваться двумя словами, обозначающими разные виды, а иногда и типы структур, например, комковато-зернистая, ореховато-призматическая, листовато-чешуйчатая. На преобладающую структуру указывает второе слово.

В зависимости от размера структуру подразделяют на следующие группы:

– мегаструктура (глыбистая) – больше 10 мм;

– макроструктура – 10–0,25 мм;

– грубая микроструктура – 0,25–0,01 мм;

– тонкая микроструктура – меньше 0,01 мм.

В пределах каждого типа почвенной структуры в зависимости от размеров различают роды и виды. Типы и виды структур образуются в различных условиях, поэтому та или иная форма структурных агрегатов свойственна различным горизонтам почвы. Так, комковатая, зернистая структура характерна для верхних горизонтов большинства почв, пластинчато-листоватая – элювиальных, ореховато-мелко-призматическая образуется в горизонтах, расположенных на некоторой глубине от поверхности почв, глыбистая и призматическая преобладают в глубоких почвенных горизонтах.

При оценке почвенной структуры надо различать морфологическое понятие структуры от понятия агрономического. В морфологическом отношении хо-

роша структура, которая четко выражена, – ореховатая или призматическая иллювиального горизонта, пластинчатая – подзолистого и т. д. В агрономическом отношении благоприятной будет комковато-зернистая структура верхних горизонтов почвы размером от 0,25 до 10 мм.

В образовании агрономически ценной структуры можно выделить два основных процесса: крошение почвы и формирование водопрочности агрегатов. Крошение почвы происходит в результате развития корневой системы растений, деятельности почвообитающих животных, под влиянием промораживания, увлажнения и иссушения почвы, и при ее механической обработке. Весьма ценным являются капролиты дождевых червей. Они характеризуются высокой пористостью и водопрочностью. Наилучшее оструктуривание происходит при промерзании почвы с влажностью 60–90 % полной влагоемкости. При промораживании избыточно влажной почвы структурные агрегаты разрушаются, а промораживание сухой почвы не оказывает оструктурирующего эффекта. Поочередное увлажнение и высушивание почвы способствуют образованию структуры. При увлажнении почва набухает, а при высыхании дает усадку, в ней появляются трещины, по которым почва и распадается на агрегаты. Лучшее агрегирование под действием попеременного высушивания и увлажнения происходит в гумусированных тяжелых почвах, насыщенных катионами кальция.

Образование структурных агрегатов во многом определяется содержанием в почве органического вещества. Наиболее водопрочная структура образуется при участии гумусовых веществ и глинистых минералов. Органические компоненты при взаимодействии с ионами кальция образуют соли, способные агрегировать минеральные частицы почвы. При высоком содержании гумуса в почве (4 % и более) количество агрегатов размером 0,25–10 мм может достигать 70–80 %. Для дерново-подзолистых почв с содержанием гумуса менее 2 % характерна слабо выраженная непрочная структура, а подзолистые почвы с содержанием гумуса менее 1% бесструктурны.

На образование агрономически ценной структуры оказывают влияние условия аэрации. При достаточном количестве в почве кислорода активнее протекают микробиологические процессы, интенсивнее разлагаются растительные остатки. Микробная плазма работает как клеящий материал при образовании почвенной структуры.

При избыточном увлажнении почв образуются водорастворимые соединения железа, при подсыхании почв они переходят в нерастворимые формы оксида железа и придают структуре водопрочность. В почве, имеющей водопрочную комковато-зернистую структуру, формируются благоприятные водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы, то есть создаются условия оптимальные для роста и развития растений. Большое влияние на формирование структурного состояния почвы оказывает механическая обработка. При этом ее роль может быть, как положительной, так и отрицательной. Почвообрабатывающие орудия способны крошить почву на те агрегаты, которые уже сформировались, а при оптимальных условиях увлажнения в процессе обработки создается дополнительное количество агрегатов, и, таким образом, улучшается структурное состояние почвы.

Интервал влажности почвы, при котором происходит лучшее крошение почвы при ее механической обработке, называется спелостью почвы. Для каждой почвы имеется свой интервал влажности спелого состояния. При обработке, переувлажненной или пересушенной почвы образуются крупные глыбы, необходимость дальнейшего измельчения которых приводит к сильному разрушению почвенной структуры.

Оструктуренная почва характеризуется хорошими технологическими свойствами: меньшим удельным сопротивлением; при ее обработке снижается износ рабочих органов и расход горюче-смазочных материалов. Хорошее структурное состояние почв обеспечивает их противозерозионную устойчивость. Структурное состояние почв является динамичным, оно изменяется в течение вегетационного периода в связи с изменениями влажности и температуры почвы, ее биологической активности, содержания органических веществ. Утрата почвенной структуры на пахотных угодьях происходит под влиянием механических, физико-химических и биологических причин.

Механические причины – это разрушение (раздавливание, растирание) под воздействием тракторов и машин, а также орудий механической обработки: плугов, культиваторов, борон и т. п. Механическим путем разрушаются агрегаты под ударами дождевых капель. Физико-химические причины утраты почвенной структуры обусловлены с заменой в почвенных коллоидах двухвалентных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+}) на одновалентные (Na^+ , NH_4^+). Биологические причины обусловлены снижением содержания гумуса. В пахотных почвах процессы структурообразования и разрушения почвенной структуры происходят постоянно, в зависимости от того, какие процессы будут преобладать, наблюдается увеличение или уменьшение агрономически ценных водопрочных агрегатов. В производственных условиях формировать структуру почвы можно агротехническими приемами и введением в почву искусственных структурообразователей.

Благоприятное влияние на водно-физические свойства почв наряду с макроструктурой оказывает водопрочная, пористая микроструктура размером 0,25–0,01 мм. Поэтому для более полного представления о структурном состоянии почвы необходимо определять агрегаты меньше 0,25 мм. Сопоставление результатов микроагрегатного и механического анализов позволяет судить о степени дисперсности почвы, прочности ее микроструктуры.

Факторы дисперсности и структурности почвы. Выход мелких фракций, особенно ила (<0,001 мм), при микроагрегатном анализе, выполненном без химических воздействий на почву, будет всегда меньше, чем при механическом анализе. Процентное отношение ила микроагрегатного к илу, полученному при механическом анализе, характеризует по Н. А. Качинскому степень ее распыляемости в воде или фактор дисперсности (К):

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

где a – количество ила при микроагрегатном анализе (в %); b – количество ила при механическом анализе.

Чем выше фактор дисперсности, тем менее прочна микроструктура. Фактор дисперсности лучших черноземов не превышает 10 %, дерновоподзолистых

и каштановых почв – 10–20 %, у столбчатого солонца может подниматься до 60–80 %.

А. Ф. Вадюнина предложила формулу расчета гранулометрического показателя структурности или фактора структурности (P) по результатам только механического анализа:

для гумусных почв:

$$P = \frac{a + b}{c} \cdot 100,$$

для малогумусных почв:

$$P = \frac{a}{b + c} \cdot 100,$$

где a – количества ила (в %); b – количество мелкой пыли (в %); c – количество средней и крупной пыли (в %).

Фактор структурности выражает процентное отношение механических фракций, обладающих цементирующей способностью к механическим фракциям, участвующим в структурообразовании как пассивный материал. Чем выше фактор структурности, тем выше потенциальная способность к оструктуриванию.

Ход работы. Метод «мокрого» агрегатного анализа. Навеску почвы 50 г составляют из отсеянных структурных фракций. Из каждой фракции отвешивают на технохимических весах количество структурных отдельностей (в г.), равное половине процентного содержания данной фракции в почве. Фракцию меньше 0,25 мм не включают в среднюю пробу, чтобы не разбивались нижние сита при просеивании почвы. Поэтому навеска всегда бывает меньше 50 г, так как в нее не входят микроагрегаты (<0,25 мм.).

Подготавливают набор из 5 сит диаметром 20 см, высотой 3 см с отверстиями (сверху вниз) 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сита скрепляют металлическими пластинками и устанавливают в баке с водой так, чтобы над бортом верхнего сита находился слой воды 5–6 см. Навеску высыпают в литровый цилиндр и насыщают водой, которую приливают осторожно по стенкам цилиндра, чтобы вытеснить из почвы воздух, не заземляя его (заземленный воздух разрушает агрегаты). Увлажненную почву оставляют на 10 мин в покое, после чего цилиндр доливают водой доверху. Для полного удаления воздуха цилиндр закрывают часовым стеклом, наклоняют до горизонтального положения и ставят вертикально. Когда воздух будет удален, цилиндр закрывают пробкой, следя, чтобы под ней не осталось воздуха, и быстро переворачивают вверх дном. Держат в таком положении, пока основная масса агрегатов не упадет вниз. Затем цилиндр переворачивают и ждут, когда почва достигнет дна. Так повторяют 10 раз, чтобы разрушить все непрочные агрегаты.

При последнем обороте оставляют цилиндр дном кверху, переносят к набору сит и погружают в воду над верхним ситом. Под водой открывают пробку цилиндра и, не отрывая его от воды, плавными движениями распределяют почву на поверхности верхнего сита. Через минуту, когда все агрегаты >0,25 мм упадут на сито, цилиндр закрывают пробкой под водой, вынимают из воды и отставляют. Почву, перешедшую на сито, просеивают под водой следующим

образом: набор сит поднимают в воде, не обнажая оставшихся агрегатов на верхнем сите, и быстрым движением опускают вниз. В этом положение держат 2–3 с, чтобы успели просеяться агрегаты, затем медленно поднимают вверх и быстро опускают вниз. Сита встряхивают 10 раз, затем вынимают из бака два верхних сита, а нижние встряхивают еще 5 раз. Оставшиеся на ситах агрегаты смывают струей воды в большие фарфоровые чашки. Избыток воды в чашках сливают. Из больших чашек агрегаты смывают в заранее взвешенные маленькие чашечки, затем высушивают на водяной бане до воздушно-сухого состояния и взвешивают.

Масса фракций, умноженная на 2, дает процентное содержание водопрочных агрегатов того или иного размера. Процент агрегатов $<0,25$ мм определяют вычитанием из 100 суммы процентов полученных фракций.

По результатам агрегатного анализа вычисляют коэффициент структурности (К), под которым понимается отношение количества агрегатов от 0,25 до 10 мм (в %) к суммарному содержанию агрегатов $<0,25$ и >10 мм (в %). Чем больше величина К, тем лучше структура почвы.

На основании анализа результатов агрегатного анализа дать оценку структурного состояния почвенного образца.

Микроагрегатный анализ методом Н. А. Качинского. Навеску 10–20 г отвешивают на аналитических весах из воздушно-сухой почвы, растертой пестиком с каучуковым наконечником и просеянной через сито с отверстиями 1 мм.

Почву высыпают в бутылку емкостью 500 мл, приливают 250 мл дистиллированной воды и оставляют на сутки. После этого бутылку, закрытую пробкой, встряхивают на мешалке с горизонтальными толчками (200 толчков в минуту) в течение двух часов. Затем содержимое бутылки переносят через сито с отверстиями 0,25 мм в литровый цилиндр. Оставшиеся на сите агрегаты промывают водой, переносят в предварительно взвешенную чашку. Избыток воды сливают, остаток выпаривают на водяной бане и затем высушивают в сушильном шкафу при 105 °С до постоянной массы. Объем суспензии в цилиндре доводят дистиллированной водой до 1 л и берут из него пробы пипеткой, как при механическом анализе. Расчет фракций в процентах массы сухой почвы проводят так же, как при механическом анализе и записывают табличной форме.

На основании полученных данных произвести расчет фактора структурности.

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных расчетов и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под структурой и структурностью почвы? Значение структуры почвы.

2. Каковы показатели агрономически ценной структуры, оценка структурного состояния?

3. Водопрочная структура, ее роль в создании оптимальных условий для роста и развития растений.

4. Факторы образования и разрушения структуры.

5. Агротехнические мероприятия по улучшению структуры почвы.

Лабораторная работа 5. Определение действительно возможной урожайности по гидротермическому показателю

Цель работы. Рассчитать по заданию преподавателя действительно возможную урожайность (ДВУ) нескольких культур по величине гидротермическому показателю.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Исходные данные для расчетов, справочные материалы.

Теоретические сведения. Взаимосвязь тепла и влаги учитывают при расчете урожайности по гидротермическому показателю через коэффициент увлажнения и радиационный баланс посевов. Интегральная радиация влияет на испарение влаги с поверхности посевов и растений и связана с водным режимом почвы.

А. М. Рябчиков предложил формулу определения урожайности, которая отражает взаимовлияние комплекса факторов:

$$ДВУ = (22\Gamma_{mn} - 10) \cdot K_m, \text{ ц/га},$$

а если выразить в т/га, то формула примет следующий вид:

$$ДВУ = (2,2\Gamma_{mn} - 1,0) \cdot K_m,$$

где Γ_{mn} – гидротермический показатель, баллы; K_m – доля основной продукции в общей биомассе при стандартной влажности.

Γ_{mn} определяют по формуле:

$$\Gamma_{mn} = 0,46 \cdot K_{увл} \cdot T_v,$$

где $K_{увл}$ – коэффициент увлажнения; T_v – период вегетации культуры, декады.

Коэффициент увлажнения в зависимости от культуры и условий выращивания может колебаться, но должен стремиться к единице, но он может быть и меньше единицы или несколько выше ее. Более высокий коэффициент увлажнения может быть у озимых культур, меньше у сорго, суданской травы, многолетних трав. Определяется коэффициент увлажнения по формуле:

$$K_{\text{увл}} = \frac{2453 \cdot W}{R},$$

где W – количество продуктивной влаги за период вегетации культуры, мм; R – суммарный радиационный баланс, за период вегетации культуры, выше на 4–5 % показателя ФАР кДж/см², 2453 – коэффициент удельной теплоты испарения кДж/дм³ (переведем в метры – 2453 · 10³ кДж/м³).

Гидротермический показатель варьирует в зависимости от культуры продолжительности вегетации, и урожайность находится в прямой зависимости от этого показателя.

Окончательная формула для расчета Γ_{mn} может быть записана следующим образом:

$$\Gamma_{mn} = \frac{0,46 \cdot 2453 \cdot T_v \cdot W}{R},$$

Ход работы. Выполнение работы рассмотрим на следующем примере. Например: $R \Sigma Q \cdot 1,05 = 117 \cdot 1,05 = 122,85$ кДж/см² или $122,85 \cdot 10^6$ га; $T_v = 10$ декад, т. е. 100 дней период вегетации. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы $W_0 = 180$ мм, осадков выпало за период вегетации 300мм, коэффициент их использования 0,7, с учетом коэффициента доступная влага составляет 210мм и всего запасов воды 390мм, или 3900 м²/га, тогда:

$$\Gamma_{mn} = \frac{0,46 \cdot 2453 \cdot 10^3 \cdot 3900}{122,858} = 3,58, \text{ балла}$$

Урожайность будет равна $(2,2 \cdot 3,58 - 10) \cdot 0,465 = 3,2$ т/га.

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных расчетов и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Как определяется коэффициент увлажнения?
2. У каких культур коэффициент увлажнения более высокий?
3. Чему равен гидротермический показатель и от чего он зависит?
4. В каких пределах может колебаться коэффициент увлажнения?
5. Чему равен радиационный баланс?

Лабораторная работа 6. Оценка устойчивости почвы против ветровой эрозии.

Цель работы. Пользуясь шкалой оценки устойчивости почв к ветровой

эрозии, оценить состояние почвы.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Почвенные образцы, колонки сит, бюксы, аналитические весы, шкала оценки устойчивости почв к ветровой эрозии.

Теоретические сведения. Эрозия почвы – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра.

Большое значение при оценке устойчивости почв против ветровой эрозии является содержание агрегатов размером более 1 мм. Для этой цели пользуются следующей шкалой оценки устойчивости почв к ветровой эрозии:

– почва совершенно неустойчива, если комков крупнее 1 мм содержится менее 25 %;

– почва неустойчива против ветра – от 25 до 50 %;

– почва устойчива против ветра – от 50–75 %;

– почва высокой устойчивости против ветра – более 75 %.

Ход работы. Для определения почвенные пробы отбирают с глубины 0–5 см (или 0–10 см) и готовят к анализу таким же образом, как при определении структуры почвы по Н. И. Саввинову. Затем навеска почвы массой 0,5 кг в воздушно-сухом состоянии просеивают через сито с диаметром 1 мм, взвешивают фракции менее 1 мм. Повторность определения – 3–5-кратная. Ветроустойчивость (U_B) определяют по соотношению массы фракций крупнее 1 мм и мелкозема (менее 1 мм):

$$U_B = \frac{B - B_1}{B} \cdot 100,$$

где U_B – ветроустойчивость, %; B – масса почвы взятой для анализа, г; B_1 – масса агрегатов диаметром менее 1 мм, г.

Рассчитав процент агрегатов крупнее 1 мм, пользуясь шкалой оценки устойчивости почв к ветровой эрозии, дают оценку устойчивости почвы к ветровой эрозии.

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под эрозией почвы?
2. Виды эрозии и причины их вызывающие.
3. Оценка устойчивости почв к эрозии.
4. Меры борьбы с водной эрозией и дефляцией.
5. Комплекс мероприятий, применяемых для предотвращения проявления

эрозии.

Лабораторная работа 7. Определение гумуса почвы

Цель работы. Оценить гумусное состояние почвы.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Конические колбы на 100 мл, воронки, 0,4 н раствор $K_2Cr_2O_7$ в разбавленной H_2SO_4 (1:1), 0,1 н раствор соли Мора, индикатор – 0,2%-ный раствор фенилантраниловой кислоты, бюретка для титрования, электрическая плитка или газовая горелка.

Теоретические сведения. Гумус – специфическое органическое вещество, представляющее собой совокупность гуминовых и фульвокислот.

Органический углерод – углерод, входящий в состав специфического и неспецифического органического вещества (аминокислот, углеводов и др. классов органических соединений).

Данные о содержании органического вещества в почве (гумуса) являются одним из главных показателей плодородия. Поскольку анализ структуры и содержания той или иной составной органической части образца практически невозможен из-за сложности процедуры, то представление об органическом веществе могут составить данные о валовом содержании углерода и азота. По результатам определения углерода в почве можно вычислить содержание гумуса в почве: искомое весовое процентное содержание гумуса находится умножением весового процентного содержания углерода на коэффициент, который равен 1,7–2.

Самым несложным методом определения органического углерода является метод Тюрина, который состоит в разложении органического вещества бихроматом калия в кислой среде:



Оставшийся после реакции хромат оттитровывается солью Мора:



Индикатором служит N-фенилантраниловая кислота. Определению мешают хлориды, которые надо учитывать или маскировать сульфатом серебра. На результаты анализа может, при определенных обстоятельствах, влиять наличие в пробах окиси марганца и солей двухвалентного железа.

Ход работы. Навеску почвы (0,2–0,3 г) берут на аналитических весах в зависимости от предполагаемого содержания гумуса в почве, т. е. учитывается тип почвы – дерновоподзолистая, чернозем и др., в случае почвы с песчаным мехсоставом навеску можно увеличить до 1 г. Навеску почвы осторожно переносят в коническую колбу на 100 мл. В колбу из бюретки приливают 10 мл хромовой смеси и содержимое осторожно перемешивают круговым движением.

В колбу вставляют маленькую воронку, которая служит обратным холодильником, ставят колбу на асбестовую сетку или этернитовую плитку, затем содержимое колбы доводят до кипения и кипятят ровно 5 мин с момента появ-

ления крупных пузырьков CO_2 . Бурного кипения не допускают, так это приводит к искажению результатов из-за возможного разложения хромовой смеси. При массовых анализах рекомендуется кипячение заменить нагреванием в сушильном шкафу при $150\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 мин.

Колбу остужают, воронку и стенки колбы обмывают из промывалки дистиллированной водой, доводя объем до 30–40 мл. Добавляют 4–5 капель 0,2%-ного раствора фенилантрапиновой кислоты и титруют 0,1 н или 0,2 н раствором соли Мора. Конец титрования определяют переходом вишнево-фиолетовой окраски в зеленую. Проводят холостое определение, вместо навески почвы используя прокаленную почву или песок (0,2–0,3 г).

Вычисляют содержание гумуса из расчета, что в его составе содержится в среднем 58 % органического углерода (1 г углерода соответствует 1,724 г гумуса):

$$\text{Гумус (\%)} = \text{C(\%)} \cdot 1,724.$$

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «гумус».
2. В чем заключается подготовка образцов для определения гумуса?
3. Дайте характеристику методу определения количества гумуса по И. В. Тюрину.
4. В чем сущность метода определения содержания гумуса в почве по И. В. Тюрину с фотоколориметрическим окончанием?
5. Как проводится определение группового и фракционного состава гумуса по методу И. В. Тюрина?

Лабораторная работа 8. Определение кислотности почв

Цель работы. Определить гидролитическую кислотность по методу Г. Каппена и рассчитать дозы известковых удобрений.

Задание. Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

Оборудование и материалы. Исходные данные для расчетов, справочные материалы.

Теоретические сведения. Гидролитическая кислотность (Нг) – более общая форма кислотности, которая включает в себя активную, обменную и ту часть потенциальной, менее подвижной, которая не учитывается при определении обменной кислотности. Гидролитическую кислотность используют также

при расчётах ёмкости катионного обмена (ЕКО) и степени насыщенности почв основаниями (V), определении нуждемости в известковании и возможности использования фосфоритной муки. По величине гидролитической кислотности рассчитывают дозу известкового материала для основного известкования.

Принцип метода Г. Каппена. Катионы водорода вытесняют из ППК с помощью 1 н раствора гидролитически щелочной соли (CH_3COONa), при соотношении почва: раствор = 1: 2,5 (для минеральных) и 1: 150 (для торфяных и других органических горизонтов почв и пород).

По количеству 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на титрование образовавшейся в растворе кислоты, рассчитывают величину гидролитической кислотности.

При расчете доз известковых удобрений на основании гидролитической кислотности учитывают следующие показатели:

- показатель гидролитической кислотности Нг мг·экв/100 г почвы
- массу пахотного слоя $m_{\text{пах}}$ т/га или кг/га
- показатели качества известковых материалов (влажность %, содержание CaCO_3 и MgCO_3 %, содержание неактивных частиц (%)).

Ход работы. На теххимических весах взять навеску почвы 20 г (с точностью до 0,1 г) и поместить в бутылку ёмкостью 250–500 мл. Цилиндром прилить 50 мл 1 н раствора CH_3COONa (рН раствора 8,3–8,4). Бутылку закрыть пробкой. Содержимое взболтать на ротаторе в течение 1 часа. Полученную суспензию отфильтровать в банку через двойной складчатый фильтр. Пипеткой взять 20 мл фильтрата в колбу для титрования на 100 мл. Добавить 2–3 капли фенолфталеина и титровать 0,1 н раствором NaOH до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Расчет результатов:

$$H_r = \frac{a \cdot K \cdot 0,1 \cdot 1,75 \cdot 100}{n}, \text{ мг - экв./100 г почвы}$$

где a – количество 0,1 н раствора NaOH, пошедшей на титрование, мл; K – поправка к титру NaOH; 0,1 – нормальность NaOH; 1,75 – коэффициент поправки результатов на неполноту вытеснения катионов водорода из ППК при однократной обработке почвы раствором CH_3COONa ; 100 – пересчёт на 100 г почвы; n – навеска почвы, соответствующая объёму фильтрата, взятого для анализа, г.

Расчет доз известковых удобрений на основании гидролитической кислотности рассмотрим на следующем примере.

Пример. Рассчитать норму внесения доломитовой муки необходимой для нейтрализации почвы по следующим показателям: Нг = 3,8 мг·экв/100 г почвы; глубина пахотного слоя 23 см; плотность почвы $p = 1,25$ г/см³; показатели качества известкового материала: влажность – 12 %, содержание CaCO_3 и MgCO_3 – 92 %, содержание неактивных частиц – 8 %; площадь поля 47 га.

Расчет.

1) Находим массу пахотного слоя: $m_{\text{пах}} = S \cdot h \cdot p$, где S – площадь 1 га в м² = 10000 м²; h – глубина пахотного слоя; p – плотность почвы.

Расчет проводим в одной единице измерения, если $1 \text{ га} = 10000 \text{ м}^2$, то m_{max} рассчитываем в метрах, при этом плотность берем в т/м^3 , так как фактический показатель г/см^3 равен показателю т/м^3 , например если 1 см^3 почвы весит $1,3 \text{ г}$, то 1 м^3 весит $1,3 \text{ т}$.

$$m_{\text{max}} = 10000 \cdot 0,23 \cdot 1,25 = 2875 \text{ т/га},$$

переводим из т/га в кг/га:

$$2875 \cdot 1000 = 2875000 \text{ кг/га}$$

2) Находим количество CaCO_3 т/га необходимого для нейтрализации 1 единицы $\text{Нг мг}\cdot\text{экв/100 г}$ почвы в массе пахотного слоя:

$$X = \frac{10 \cdot m_{\text{max}} \cdot 50}{1000000000},$$

где X – количество CaCO_3 т/га необходимого для нейтрализации 1 единицы $\text{Нг мг}\cdot\text{экв/100 г}$ почвы в массе пахотного слоя; 10 – коэффициент перехода от 100 г почвы в 1 кг; 50 – количество CaCO_3 в мг необходимое для нейтрализации 1 единицы Нг в 100 г почвы; 1000000000 – для перевода показателя из мг в тонны.

$$X = \frac{10 \cdot 2875000 \cdot 50}{1000000000} = 1,4 \text{ т/га}$$

3) Находим количество CaCO_3 т/га, необходимое для нейтрализации данного показателя кислотности:

$$H_{\text{CaCO}_3} = X \cdot Hr, \text{ т/га},$$

где X – количество CaCO_3 т/га необходимого для нейтрализации 1 единицы Hr $\text{мг}\cdot\text{экв/100 г}$ почвы в массе пахотного слоя; Hr – показатель кислотности почвы $\text{мг}\cdot\text{экв/100 г}$ почвы;

$$H_{\text{CaCO}_3} = 1,4 \cdot 3,8 = 5,32 \text{ т/га}$$

4) Определяем качество доломитовой муки на основании расчета АДВ (активно действующего вещества):

$$\text{АДВ} = \% \text{ CaCO}_3 \cdot (100 - X) \cdot (100 - Y) / 10000,$$

где X – процент частиц крупнее 1 мм; Y – влажность удобрения, %.

$$\text{АДВ} = 92 \cdot (100 - 8) \cdot (100 - 12) / 10000 = 74,5 \%$$

5) Определяем норму внесения доломитовой муки в физической массе т/га на основании вносимого действующего вещества CaCO_3 , т/га:

$$H_{\text{физ.масса}} = \frac{H_{\text{д.в. CaCO}_3} \cdot 100}{\text{АДВ}} = \frac{5,32 \cdot 100}{74,5} = 7,2, \text{ т/га}$$

6) Находим норму внесения известкового удобрения на общую площадь т/поле (участок):

$$H_{\text{физ.массе(т/поле)}} = S \cdot H_{\text{физ.массе(т/га)}} = 47 \cdot 7,2 = 338,4 \text{ т/поле}$$

Выводы. Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

Форма отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлена кислотность почв?
2. В чем заключается сущность определения гидролитической кислотности методом Г. Каппена?
3. Отношение сельскохозяйственных культур к кислотности почв.
4. Каковы нормы расхода известковых материалов до оптимального уровня?
5. Какова очередность известкования кислых почв?

2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Студент обязан соблюдать действующие в университете правила внутреннего распорядка. Соблюдать действующие Правила пожарной безопасности.

Перед началом лабораторной работы студент должен занять место в аудитории согласно расписанию занятий, на столе должны находиться только предметы необходимые для выполнения лабораторной работы.

Во время выполнения лабораторной работы студент должен находиться на своем месте, не допускается хождение по аудитории. Запрещено заниматься посторонними делами, не связанными с учебным процессом (разговаривать, принимать пищу).

При выполнении лабораторной работы пользоваться только исправными приборами, материалами и электроарматурой; не оставлять без присмотра включенное оборудование и электроприборы.

При выполнении лабораторных работ с использованием химических реактивов студент обязан соблюдать правила безопасности: при работе с лабораторной посудой; при работе со спиртовкой и сухим горючим; при работе с химическими реактивами. Выполнение лабораторных исследований проводится в точном соответствии с утвержденными методиками.

При работе с химическими реактивами студент должен обязательно пользоваться индивидуальными средствами защиты (халат, резиновые перчатки, защитные очки).

При подготовке имущества для проведения полевых исследований студенту необходимо контролировать его качество и соответствие нормам безопасности во время работы.

При обнаружении неисправного лабораторного оборудования, химических реактивов с истекшим сроком годности и (или) получения травмы в ходе выполнения лабораторной работы студент обязан немедленно сообщить об этом преподавателю.

В случае нарушения требований техники безопасности студент отстраняется от выполнения лабораторной работы.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Лабораторные работы предусмотрены для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины.

Целью лабораторных работ является формирование умений и навыков по освоению методик работы по экологическим проблемам ландшафтного дизайна.

В ходе выполнения лабораторных работ у обучающихся должны сформироваться практические умения и навыки, которые могут составлять часть профессиональной подготовки. По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания.

Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы следующие.

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся:

- на высоком уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- на высоком уровне способен работать самостоятельно;
- на высоком уровне способен к познавательной деятельности;
- на высоком уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- на высоком уровне способен проводить исследования в области проектирования севооборотов и полевой инфраструктуры, обрабатывать полученные результаты;
- на высоком уровне способен ориентироваться в проектировании севооборотов и полевой инфраструктуры.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся:

- на базовом уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- на базовом уровне способен работать самостоятельно;
- на базовом уровне способен к познавательной деятельности;
- на базовом уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

– на базовом уровне способен проводить исследования в области проектирования севооборотов и полевой инфраструктуры, обрабатывать полученные результаты;

– на базовом уровне способен ориентироваться в проектировании севооборотов и полевой инфраструктуры.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся:

– на пороговом уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

– на пороговом уровне способен работать самостоятельно;

– на пороговом уровне способен к познавательной деятельности;

– на пороговом уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

– на пороговом уровне способен проводить исследования в области проектирования севооборотов и полевой инфраструктуры, обрабатывать полученные результаты;

– на пороговом уровне способен ориентироваться в проектировании севооборотов и полевой инфраструктуры.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Обучающийся:

– на низком уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

– на низком уровне способен работать самостоятельно;

– на низком уровне способен к познавательной деятельности;

– на низком уровне способен проводить исследования в области проектирования севооборотов и полевой инфраструктуры, обрабатывать полученные результаты;

– на низком уровне способен проводить исследования в области проектирования севооборотов и полевой инфраструктуры, обрабатывать полученные результаты;

– на низком уровне способен ориентироваться в проектировании севооборотов и полевой инфраструктуры.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Основная литература:

1. Кирюшин, В. И. Агротехнологии [Электронный ресурс]: учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 464 с. (ЭБС Издательство «Лань»).
2. Голованов, А. И. Рекультивация нарушенных земель: учебник / А. И. Голованов, Ф. М. Зимин, В. И. Сметанин; под ред. А. И. Голованова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. – 336 с.

Дополнительная литература:

1. Евтефеев, Ю.В. Основы агрономии: учеб. пособие / Ю. В. Евтефеев, Г. М. Казанцев. – Москва: ФОРУМ, 2012. – 368 с.
2. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. В. Агеев, Л. С. Горбатко, А. И. Подколзин, О.Ю. Лобанкова. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2012. – 352 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
3. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. В. Агеев, А. Н. Есаулко, О. Ю. Лобанкова [и др.]; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. – 5-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь: Агрус, 2014. – 200 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
4. Агроландшафтоведение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. А. Вольтерс, О. И. Власова, В. М. Передериева [и др.]. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 104 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
5. Земледелие: практикум: учеб. пособие / И. П. Васильев [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 424 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин, В. И. Агротехнологии: учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2015. – 484 с.
2. Разработка проекта севооборотов, системы обработки почвы и комплексных мер борьбы с сорняками: методические указания для курсовой работы / сост. Я. В. Субботина, Н. Ю. Каменских; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учрежд. высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2018. – 43 с.

Локальный электронный методический материал

Александр Иванович Юсов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕВООБОРОТОВ И ПОЛЕВОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 2,7. Печ. л. 2,0.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1