

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

О.А. Ульянова, Н.Л. Кураченко

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ АГРОХИМИИ

Методические указания для учебной практики

Электронное издание

Красноярск 2019

Рецензент

Л.П. Байкалова, д-р с.-х. наук, профессор

Ульянова О.А.

Почвоведение с основами агрохимии: метод. указания для учебной практики / О.А. Ульянова, Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 62 с.

Подробно изложена информация о проведении полевого изучения почв земледельческой части Красноярского края. Рассмотрена почвенная и растительная диагностика минерального питания растений. Для определения потребности растений в удобрениях и мелиорантах показаны расчеты их доз. Даны рекомендации по написанию отчета по учебной практике.

Предназначено для проведения учебной практики по почвоведению с основами агрохимии для студентов направления 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» очной и заочной форм обучения Института агроэкологических технологий.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	5
1.1 Содержание учебной практики.....	5
1.2 Организационные вопросы	9
2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОГО ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ	11
2.1 Методика закладки почвенного разреза	13
2.2 Морфологические признаки почв	17
2.3 Описание почв земледельческой части Красноярского края	26
2.3.1 Черноземы и лугово-черноземные почвы	28
2.3.2 Серые лесные почвы	31
2.3.3 Подзолистые, дерново-подзолистые почвы	34
2.3.4 Аллювиальные почвы	36
3 КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ.....	37
3.1 Почвенная диагностика	37
3.1.1 Методика отбора почвенных образцов.....	37
3.1.2 Подготовка почвенных образцов к анализу	37
3.1.3 Агрохимический анализ почвенных образцов.....	40
3.1.4 Определение потребности растений в удобрениях и мелиорантах	41
3.2 Растительная диагностика	46
3.2.1 Методика проведения растительной диагностики	46
3.2.2 Определение нитратов.....	48
3.2.3 Определение фосфора.....	49
3.2.4 Определение калия.....	50
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
ЛИТЕРАТУРА	57
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Цель практики – закрепление и углубление знаний, полученных при изучении теоретического материала по почвоведению с основами агрохимии, приобретение практических навыков описания и диагностики почв, применение почвенной и растительной диагностики в определении потребности растений в удобрениях и мелиорантах для оптимизации минерального питания растений.

Основные задачи практики:

1. Изучение основных типов почв земледельческой части Красноярского края. Освоение методов полевого исследования почв (выбор места для разреза и его закладки, описание морфологических признаков по почвенному профилю).

2. Овладение методиками почвенной и растительной диагностики минерального питания растений.

3. Ознакомление с технологиями выращивания газонов, декоративных и цветочных культур на предприятиях края.

В процессе достижения указанных целей и решения задач студенты формируют элементы следующих компетенций:

✓ способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

✓ способность реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности (ОПК-4).

Почва является главным средством производства в сельском хозяйстве. Будущим ландшафтными архитекторами необходимо: знать строение почв, их состав и свойства; научиться выделять типы, подтипы, роды, виды и разновидности почв по внешним (морфологическим) признакам; понимать закономерности пространственного изменения почвенного покрова конкретной территории в связи с изменением факторов почвообразования; использовать данные почвенной диагностики для характеристики плодородия почв и расчета доз удобрений и мелиорантов, владеть экспресс-методами тканевой диагностики для оптимизации минерального питания растений, знать технологии выращивания газонов, декоративных и цветочных культур. Эти знания позволят студентам приобрести навыки проведения почвенного и агрохимического обследования, а также определить потребность растений в удобрениях и мелиорантах, необходимых для оптимизации их минерального питания.

1 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1.1 Содержание учебной практики

Полевая учебная практика по почвоведению и агрохимии является обязательной для студентов 2-го курса Института агроэкологических технологий для направления 35.03.10 – Ландшафтная архитектура и является логическим завершением теоретического материала по этим курсам. Основными производственными базами для проведения полевой учебной практики по почвоведению с основами агрохимии являются: опытные поля учхоза «Миндерлинское», стационар Красноярского ГАУ, окрестности микрорайона Ветлужанки, НИЦ Красноярского ГАУ, УСЗН г. Красноярска, ООО «Зеленый мир».

Общая трудоемкость практики составляет 72 часа (2 зачетные единицы), в том числе контактная – 48 часов и самостоятельная – 24 часа. Контрольной формой аттестации является зачет, включающий оформление почвенного журнала, составление и защиту отчета.

№ п/п	Раздел и тематика учебной практики	Кол-во часов	Форма контроля и отчетность студентов
1	2	3	4
1	Основные типы почв земледельческой части Красноярского края. Освоение методики изучения почв в поле. Описание и определение номенклатуры черноземов	6	Собеседование с преподавателем, почвенный журнал. Отчет
2	Описание и определение номенклатуры серых лесных и подзолистых почв	6	
3	Описание и определение номенклатуры аллювиальных почв	6	
4	Почвенная диагностика. Освоение методики отбора почвенных образцов. Подготовка почвенных образцов для аналитической работы. Агрохимический анализ почвенных образцов по показателям (гумус, рН, S, Нг, ЕКО, N-NH ₃ , N-NH ₄ , P ₂ O ₅ , K ₂ O и др.). Обобщение полученных результатов и их анализ	6	Отчет по агрохимической характеристике почв
5	Тканевая экспресс-диагностика: определение азота, фосфора и калия в растительных образцах в полевых условиях	6	Рекомендации по подкормкам растений удобрениями. Отчет

Окончание табл.

1	2	3	4
6	Ознакомление с технологиями выращивания газонов, декоративных и цветочных культур в УСЗН г. Красноярска	6	Собеседование с преподавателем.
7	Ознакомление с технологиями выращивания газонов, декоративных и цветочных культур в ООО «Зеленый мир»	6	Отчет
8	Оформление почвенного журнала, написание отчета	6	Почвенный журнал, отчет
	Итого	48	

Самостоятельная работа обучающихся в период практики составляет 24 часа.

Тематика самостоятельной работы	Кол-во часов	Отчетность студентов
1. Изучение распространения основных типов почв на территории Красноярского края	6	Представление отчета и его защита
2. Изучение методов растительной диагностики питания растений	6	Представление отчета и его защита
3. Ознакомление с организационной структурой предприятий зеленого строительства	6	Представление отчета и его защита
4. Обработка материалов, изученных на практике, и написание отчета	6	Представление отчета и его защита
Итого	24	

Отчетность по учебной практике

По окончании прохождения полевой учебной практики «Почвоведение с основами агрохимии» каждый студент должен представить преподавателю полевой журнал и отчет по практике. Отчет является формой работы, позволяющей обучающемуся обобщить свои знания, умения и навыки, приобретенные за время прохождения учебной практики. Цель составления отчета – осознать и зафиксировать профессиональные компетенции, приобретенные обучающимся в результате освоения теоретических курсов и полученные им при прохождении практики.

Отчет по практике составляется в соответствии с программой практики.

Зачет проводится по результатам представления полевого журнала, отчета и его устной защиты.

Перечень вопросов для защиты отчета по учебной практике

1. Назовите морфологические признаки, по которым проводят диагностику почв.
2. Перечислите характерные морфологические признаки черноземных почв.
3. Перечислите характерные морфологические признаки лугово-черноземных почв.
4. Перечислите характерные морфологические признаки серых лесных почв.
5. Перечислите характерные морфологические признаки дерново-подзолистых почв.
6. Перечислите характерные морфологические признаки солонцов.
7. Назовите новообразования в почвах, обнаруженные по время практики в диагностируемых почвах.
8. Причины появления глеевого горизонта, его морфологические признаки.
9. Назовите основные морфологические признаки гумусово-аккумулятивного горизонта.
10. В каком горизонте серые лесные почвы имеют карбонатные образования?
11. Что понимаете под комплексной диагностикой минерального питания растений?
12. Почвенная диагностика питания растений включает определение каких агрохимических показателей?
13. Назовите методы растительной диагностики питания растений.
14. В чем суть визуального метода диагностики питания растений?
15. В чем заключается морфо-биометрическая диагностика питания растений?
16. Для чего используют метод инъекции или опрыскивания?
17. Как подразделяется химическая диагностика питания растений?
18. Дайте характеристику тканевой диагностики минерального питания.
19. Назовите основные признаки азотного, фосфорного и калийного голодания растений.

Обязательными условиями получения зачета является: посещение студентом всех дней практики, сдача преподавателю почвенного журнала и отчета, правильные ответы на заданные преподавателем вопросы.

Критерии оценивания прохождения учебной практики в виде зачета проводятся по аналитической шкале, которая более достоверна, валидна, позволяет точнее диагностировать и прогнозировать учебный процесс, а также способствует взаимопониманию между обучающимся и преподавателем. Критерии оценивания представлены в таблице.

Критерии оценивания	Минимальный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный, полный ответ	Образцовый, достойный подражания ответ	Балл
Выполнение заданий практики (полевого дневника)	5	10	20	30	5-30
	Задания не выполнены. Не заполнен полевой дневник	Задания выполнены не полностью	Задания выполнены, но есть недочеты	Задания выполнены полностью, качественно	
Оформление отчета	5	10	20	30	5-30
	Отчет не отображает результаты практики и оформлен не по требованиям	Отчет полностью не отображает результаты практики и имеются существенные замечания по его оформлению	Отчет полностью отображает результаты практики, но имеются замечания по его оформлению	Отчет полностью отображает результаты практики и оформлен согласно требованиям	
Ответы на вопросы	0	15	25	40	0-40
	Нет ответов на вопросы	Ответы только на элементарные вопросы	Ответы на вопросы частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров	
Итоговый балл					10-100

В сумме для получения зачета по учебной практике студент должен набрать от 60 до 100 баллов.

1.2 Организационные вопросы

До начала учебной полевой практики проводится организационное собрание студентов, на котором они знакомятся с программой практики, с правилами поведения в полевых условиях, в транспорте и с требованиями, предъявляемыми к оценке знаний и отчетному материалу для зачета с оценкой по полевой учебной практике.

В целях наиболее эффективной организации полевой практики группа разделяется на бригады по 5-6 человек в каждой. Бригада получает на кафедре соответствующее оборудование для проведения полевых работ. За организацию работы, сохранность имущества, выполнение программы несет ответственность каждый член бригады во главе с бригадиром.

Для работы в поле необходимо иметь следующее оборудование и материалы:

- лопаты (штыковую и совковую);
- измерительную ленту, разделенную на сантиметры, с пристегнутой булавкой или шпилькой;
- почвенный нож;
- капельницу с 10 %-м раствором соляной кислоты;
- тетрадь, простой карандаш и шариковую ручку для каждого студента;
- бланки полевого почвенного журнала;
- мешочки для отбора почвенных образцов;
- шпагат и веревку;
- миллиметровую бумагу для определения структуры почвы;
- бумагу или этикетки для регистрации почвенных образцов;
- средства защиты от комаров и клещей.

Для проведения тканевой экспресс-диагностики необходимы следующие материалы и химические реактивы:

- свежие растения;
- предметные и покровные стекла;
- лезвия;
- стеклянные пластинки;
- 1 %-й раствор дифениламина;
- молибденово-кислый аммоний;
- бензидин;

- уксуснокислый натрий;
- раствор дипикриламина магния;
- соляная кислота;
- стеклянный пестик;
- фильтровальная бумага;
- пипетки;
- эталонные цветовые шкалы.

В первый день практики проводится инструктаж по технике безопасности, после которого студенты расписываются в журнале по технике безопасности.

Полевая одежда

Одежда должна соответствовать погодным условиям. В жаркое время надевается легкая одежда из хлопчатобумажной ткани. Не рекомендуется носить одежду из синтетических материалов. Необходимо иметь головной убор (шляпа, панама, косынка и т.д.). На ногах должна быть удобная, разношенная обувь. В холодную и ветреную погоду необходимо надевать теплые вещи, не стесняющие движений (штормовка, свитер и др.). В сырую погоду на ногах должны быть надеты сапоги.

Езда в автобусах и пригородных поездах

При передвижении на транспорте необходимо соблюдать следующие правила: не выглядывать из окон; не загромождать вещами и оборудованием проходы и выход; при ожидании пригородного поезда категорически запрещается сидеть на рельсах и шпалах.

Переходить дорогу необходимо в специально отведенных для этого местах. Передвигаться по обочине шоссе – только навстречу движущемуся транспорту.

Работа в полевых условиях

Во избежание обвалов крупных почвенных масс и возможного травматизма необходимо соблюдать большую осторожность при описании глубоких естественных обнажений (стенок карьера, обрывистых берегов рек и т.д.).

При описании разреза в сырую погоду не садиться на влажную массу почвы.

Категорически запрещается закладывать разрезы на трассе газопровода, закрытой линии электрокабеля, на свалках.

Во время грозы не бежать по открытому месту, не укрываться под одиночно стоящими деревьями, не стоять около металлических мачт.

Запрещается разводить костры в лесу, особенно в сухую и ветреную погоду.

Иметь с собой питьевую воду и нельзя пользоваться непроверенными источниками воды.

Запрещается купание в водоемах без согласования с руководителем практики.

Как избежать укуса клеща

Находясь в лесу, нужно соблюдать ряд простейших правил, которые помогут снизить вероятность нападения и укуса клеща.

Во-первых, необходимо уделять внимание соответствующей экипировке. Для походов в лес наиболее подходящей одеждой являются различного рода комбинезоны, сшитые из плотной, скользкой на ощупь ткани светлых тонов. К такому комбинезону трудно зацепиться клещу, а на светлом фоне его хорошо видно. Обязательно использование профилактических репеллентных (отпугивающих) и инсектицидных (уничтожающих клещей) препаратов Бибим, Рефтамидтаежный и Претикс для обработки и повышения эффективности защитных свойств одежды.

Во-вторых, нужно пройти трехступенчатый курс прививок. Но прививки эффективны в том случае, если были сделаны как минимум за месяц до наступления опасного сезона. Прививка дает 90-процентный иммунитет в течение одного года, затем нужно повторить все три укола вновь.

2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОГО ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ

При изучении почв в полевых условиях применяют комплекс методов исследования: профильный, морфологический и сравнительно-географический.

Профильный метод лежит в основе всех почвенных исследований. Он требует обязательного изучения почв с поверхности на всю глубину ее толщи по генетическим горизонтам, включая материнскую породу.

Морфологический метод направлен на изучение морфологического строения почвенных горизонтов. Он является базисным при проведении полевых почвенных исследований и составляет основу полевой диагностики почв.

Сравнительно-географический метод включает в себя два предыдущих метода и основан на сопоставлении почв и сопутствующих им факторов в их историческом развитии и пространственном распространении. Данный метод позволяет делать выводы о генезисе (происхождении) почв и закономерностях их распространения (географии). Территорию, почвенный покров которой изучают, разделяют на несколько почвенных маршрутов с учетом основных форм рельефа, растительных сообществ и почвообразующих пород. Определяют количество почвенных разрезов, которые необходимо заложить для наиболее полной и достоверной характеристики почвенного покрова данной территории.

Почвенный разрез представляет собой прямоугольную яму, на одной из узких сторон которой через 30-50 см делают ступеньки для спуска, а противоположная сторона ямы является лицевой. На **лицевой** стороне разреза ведут описание строения почвенного профиля (рис. 1). По глубине вскрытия почвы различают **полные разрезы, полуразрезы и прикопки**.

Полные разрезы – это глубокие ямы (глубина 1,8-2,0 м), вскрывающие генетические горизонты и почвообразующую породу, не затронутую почвообразовательным процессом. По полным разрезам проводят диагностику исследований.

Для изучения литологии более глубоких слоев почвообразующих пород и грунтовых вод на дне полного разреза бурят скважину, описывают ее, отбирают образцы породы и грунтовой воды.

Полуразрезы (глубина 1,3-1,5 м) закладывают для уточнения границ распространения почвы, установленной в полном разрезе, и пространственной изменчивости ее свойств (мощности генетических горизонтов, структуры, гранулометрического состава и др.).

Прикопки (глубина 50-60 см) делают для уточнения почвенных границ контуров. Как правило, они вскрывают 2-3 верхних генетических горизонта почвы.

При выборе места для закладки почвенного разреза необходимо выполнять определенные правила:

- Разрез должен быть заложен на типичном для данной местности природном комплексе, лучше всего на ровном участке.
- На равнинной местности с хорошо выраженным микрорельефом

разрезы необходимо закладывать одновременно на ровном месте, в микропонижении и на микроповышении.

- Нельзя закладывать разрезы на границах природных комплексов, так как здесь почвы могут оказаться нетипичными для всего комплекса. Например, при изучении почв лесного массива разрез следует заложить ближе к центру леса, а не на опушке. Для характеристики почвенного покрова склона разрез следует заложить в средней его части, а не внизу или вверху.

- Нельзя закладывать разрезы вблизи дорог, строений, промоин, канав и в местах проведения земляных работ, где почвенный профиль мог быть нарушен.

- Почвенные разрезы не должны наносить вред сельскохозяйственным угодьям и осложнять проведение полевых механизированных работ.

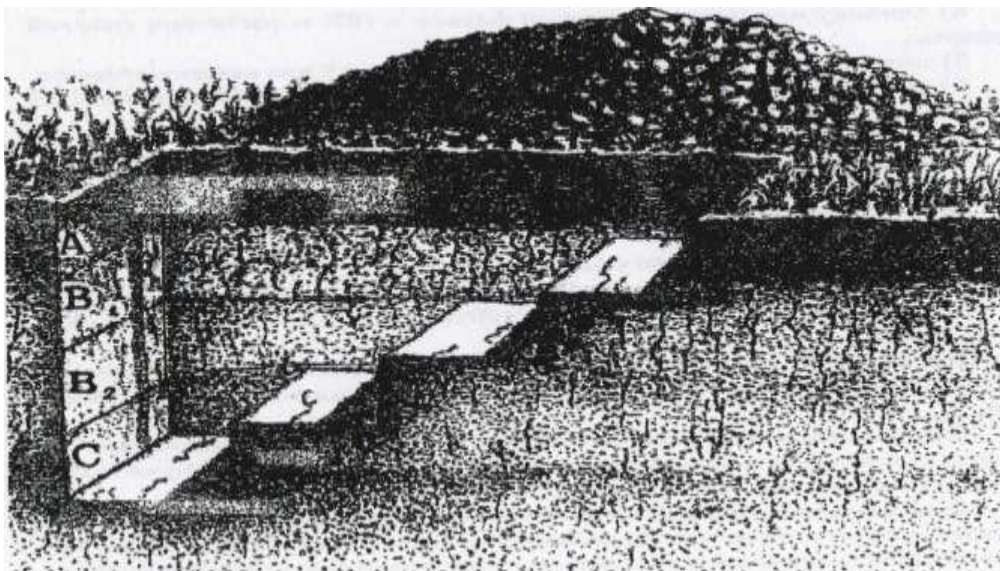


Рисунок 1 – Поперечный вид почвенного разреза

2.1 Методика закладки почвенного разреза

После выбора места для закладки разреза и его привязки к местности на поверхности почвы намечают контур в виде прямоугольника шириной 60-70 и длиной 150-200 см. Чем глубже разрез, тем больше должна быть его длина. Разрез необходимо располагать так, чтобы одна его сторона, противоположная ступенькам (лицевая, или передняя), была хорошо и равномерно освещена, и на нее не падали тени от боковых сторон. Лицевая (передняя) и две боковые стенки разреза должны быть совершенно отвесными.

Почву при копке разреза следует выбрасывать на его длинные боковые стороны: на одну сторону – почву верхних и более темных горизонтов, на другую – почву из нижних горизонтов разреза. Если почва покрыта сверху густой растительностью, то для облегчения копки верхнего горизонта необходимо вырезать пласты почвы с растительностью (дернину), аккуратно вынести их из разреза и сложить отдельно на полиэтиленовую пленку.

При описании почвенного профиля переднюю стенку разреза выравнивают и освежают, чтобы получить естественный излом почвы. Для этого к выровненной поверхности передней стенки прикладывают под прямым углом лопату или нож и слегка вдавливают в почву (на 1-3 см), затем отдергивают их на себя. При этом от передней стенки разреза отваливается тонкий слой почвы, обнажая ее поверхность с естественным сложением. Так освежается половина стенки сверху донизу, где более четко выделяются генетические горизонты, окраска почвы, ее тональность, структура, характер почвообразований. После того как разрез выкопан, приступают к его изучению и описанию. Для этого лицевую сторону препарируют, как было описано выше. Спустившись на дно ямы, на лицевой стороне в центре прикрепляют булавкой сантиметровую ленту так, чтобы нулевое деление ее совпадало с уровнем поверхности почвы. По нижнему концу ленты измеряют глубину разреза.

Следующий этап работы – выделение генетических горизонтов почвы, более важный и ответственный этап, от которого зависит правильность определения типа, подтипа, рода и вида почвы. Границы выделенных горизонтов проводят ножом на лицевой стенке горизонтальными линиями, затем измеряют глубину залегания и мощность каждого горизонта и приступают к морфологическому описанию почвенного профиля.

Почвенный профиль – совокупность генетических горизонтов, сформировавшихся в процессе почвообразования.

Генетические горизонты – однородные слои, в определенном порядке слагающие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам (цвет, окраска, гранулометрический состав, структура). Генетические горизонты, выделяемые в строении профиля почв, обозначают заглавными буквами латинского алфавита и арабскими цифрами.

A₀ – верхняя часть почвенного профиля целинной почвы – лесная подстилка (в лесу) или степной войлок (в степи), состоят из отмерших растений, находящихся на стадии разложения.

A_д – дерновый горизонт (дернина), плотно связанный переплетенными корнями травянистых растений.

A_т – оторфованный горизонт, характерный для избыточно увлажненных почв.

A_{пах} – пахотный горизонт, сформирован человеком (антропогенный), состоит из одного или нескольких горизонтов в зависимости от их мощности и глубины вспашки.

A – гумусово-аккумулятивный горизонт, наиболее темный по цвету (черный или темно-серый), характерен для черноземов и их гидроморфных аналогов (лугово-черноземных, черноземно-луговых и луговых почв).

A₁ – гумусово-элювиальный горизонт, в котором происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органоминеральных соединений, вымывающихся из этого горизонта в нижележащие. Поэтому он имеет темно-серый, серый и светло-серый цвет с белесоватым оттенком. Белесоватость обусловлена наличием в нем некоторого количества кремнеземистой присыпки (SiO₂). Такой горизонт характерен для темно-серых, серых, светло-серых и дерново-подзолистых почв, подзолов, солонцов и солодей.

A₂ – элювиальный, или горизонт вымывания (подзолистый или осолоделый). Формируется при кислотном или щелочном разрушении минералов и выносе продуктов разрушения и растворимых гумусовых веществ в нижележащие горизонты. Имеет белесый или белесоватый цвет, обогащен кремнеземом (SiO₂), бесструктурный или плитовидный (слоистый). Он характерен для подзолов, дерново-подзолистых почв, светло-серых лесных, солодей, иногда встречается в солонцах.

B – иллювиальный, или горизонт вмывания. Залегают под горизонтом A₂. Темно-бурый, коричневато-бурый, каштаново-бурый, серовато-бурый и т.д. Имеет плотное сложение, столбчатую, глыбистую или ореховатую структуру. Обогащен новообразованиями железа, алюминия и марганца в виде глянца на гранях структурных отдельностей, мелких конкреций, железистых прослоек (рудяков). По морфологическим признакам выделяют подгоризонты B₁, B₂, B₃, B_c – вмывание карбонатов, B_s – наличие сульфатов и хлоридов. Иллювиальный горизонт характерен для солонцов, солодей, подзолов, дерно-

во-подзолистых и серых лесных почв. В черноземах и их гидроморфных аналогах, каштановых и других степных почвах горизонт В называют переходным к материнской породе. В нем встречаются новообразования карбонатов, гипса и легкорастворимых солей.

С – материнская порода, из которой сформировалась данная почва. В зависимости от происхождения и наличия новообразований имеет палевый, желтовато-палевый, желтовато-бурый, каштаново-палевый, желтовато-сизый и сизый цвет. C_k – содержит карбонаты, C_s – легкорастворимые соли, C_{Fe} – трехвалентного железа.

Д – подстилающая порода, залегает под материнской породой и отличается от нее по составу и свойствам.

Г – глеевый горизонт, характерен для гидроморфных почв, имеет сизый, серовато-голубой, сизовато-зеленый цвет с ржавыми и охристыми пятнами.

Т – торфяной горизонт, характерен для торфяных почв.

Кроме описанных горизонтов выделяют *переходные*, для которых применяют двойное буквенное обозначение:

A₁A₂ – содержит небольшое количество гумуса и имеет признаки оподзоленности или осолодения в виде кремнеземистой присыпки.

A₂B – имеет признаки подзолистого (осолоделого) A₂ и иллювиального В горизонтов.

AB – немного светлее гумусового, незначительно отличается по структуре. Вместе с горизонтом А составляет гумусовый слой (**A+AB**) в черноземах, лугово-черноземных и луговых почвах.

В аллювиальных почвах прирусловой поймы выделяют не горизонты, а *слои*, образованные речными наносами. Их обозначают римскими цифрами (**I, II, III** и т.д.).

После выделения границ горизонтов и подгоризонтов (или слоев) определяют глубину их залегания и мощность с помощью сантиметровой ленты, закрепленной вверху разреза. Если граница между горизонтами извилистая, берут среднюю глубину залегания данного горизонта.

После выделения генетических горизонтов описывают морфологические (диагностические) признаки почв в следующем порядке:

- название генетического горизонта, его буквенное обозначение;
- цвет и окраска;
- влажность;
- сложение, структура;

- гранулометрический состав;
- порозность;
- биологические новообразования (корни травянистых растений и деревьев, ходы червей и т.д.);
- включения и обломки горных пород;
- переходные границы между генетическими горизонтами.

По такой схеме описывают все выделенные генетические горизонты. В конце описания приводят полное название почвы. После описания почвы и отбора ее образцов разрез необходимо закопать. При этом сначала на дно ямы сбрасывают материнскую породу, затем нижние горизонты, а потом верхние. Сверху разрез закладывают пластами дернины (если таковые имеются). Такой порядок закапывания разрезов незначительно нарушает естественное сложение почвы, оставляет наверху гумусовые генетические горизонты для более быстрого ее восстановления.

2.2 Морфологические признаки почв

К морфологическим признакам почвы относятся *цвет и окраска, влажность, сложение, структура, гранулометрический состав, пористость, новообразования, включения и характер перехода горизонтов.*

Цвет почвы – один из важнейших морфологических признаков, по которому часто дают ее название (чернозем, подзол, серозем, каштановая почва и т.д.). На рисунке 2 представлена цветовая шкала почв, которая поможет правильно определить цвет генетических горизонтов диагностируемой почвы. Цвет зависит от наличия в генетических горизонтах почвы тех или иных химических и органических соединений. Так, черный цвет определяется наличием в почве гумуса. Если гумуса в почве содержится более 10 %, она имеет *интенсивно черный цвет*, 6-7 % – *темно-серый*, 3-4 % – *серый* или *серо-бурый*.

Торфянистые горизонты имеют *шоколадный* цвет. *Красный* или *красно-бурый* цвет почвы обусловлен наличием в ней гидроксидов железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). В зависимости от содержания железа Fe^{3+} почва приобретает различные оттенки: при большом количестве – *красный, ржавый, красно-бурый*, при незначительном – *желтый* или *оранжевый*. Соединения двухвалентного железа (Fe^{2+}), образующиеся в анаэробных условиях при избыточном увлажнении, придают почве *сизый* и *грязно-синий* цвета. *Светло-серый, белесый, белый* цве-

та почвы обусловлены наличием в ней большого количества кремнезема (SiO_2), карбонатов кальция (CaCO_3) или соединений гидратов глинозема ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). При определении цвета генетических горизонтов прежде всего необходимо установить основной цвет, а затем отметить оттенки, если они имеются. Например, почвенный горизонт может быть *черным с буроватым оттенком*. Следует отметить интенсивность основного цвета – *темно-серый, серый, светло-серый* и т.д.

Цвет почвы меняется в зависимости от ее влажности и структуры. Влажная почва всегда имеет более темный цвет, чем сухая, а измельченная – более светлый. Поэтому цвет почвы нужно определять в разрезе, а не в образцах, тем более измельченных. Нельзя путать цвет почвы и окраску.



Рисунок 2 – Цветовая шкала почв

Окраска почвы – характер проявления и распределения цвета. Окраска горизонтов может быть *однородной*, когда весь горизонт имеет

одинаковый цвет, и *неоднородной*, когда отдельные участки горизонта резко отличаются по цвету. *Неоднородная* окраска может быть *пятнистой*, *крапчатой*, *полосчатой*, *мраморовидной*, *языковатой*. Если интенсивность окраски меняется к верхней или нижней границе горизонта, это надо отметить при описании.

Влажность почвы определяют в поле на ощупь и указывают при описании после цвета и окраски. Различают следующие степени влажности почвы:

сухая почва – не холодит руку, при растирании пылит, присутствие влаги не ощущается: песчаная почва рассыпается отдельными зернами;

- свежая почва – холодит руку на ощупь, не пылит, не крошится при сжатии;

- влажная почва – при сжатии в руке слипается, сильно холодит руку: фильтровальная бумага, на которую положен кусочек такой почвы, при надавливании на него увлажняется;

- сырая почва – при сжатии смачивает руку, но вода между пальцами не выделяется, а почва сохраняет приданную ей форму;

- мокрая почва – при сжатии комка почвы в руке выделяется вода, а почвенная масса обладает *текучестью*.

Сложение почвы – внешнее выражение степени и характера ее плотности, пористости и трещиноватости. Оно зависит от гранулометрического состава, структуры, влажности, типа почвы и может резко меняться по профилю и генетическим горизонтам. Например, гумусовые горизонты почв обычно имеют *рыхлое сложение*, а иллювиальные – *плотное*.

В поле сложение почв определяется с помощью введения ножа в тот или иной горизонт. По легкости его вхождения в почвенную толщу различают следующие виды сложения горизонтов почвы:

- *рыхлое* – нож легко входит в почвенную толщу на значительную глубину, почва при этом легко рассыпается;

- *уплотненное* – нож входит в почву на глубину 3-5 см при небольшом усилии, агрегаты почвы легко разламываются;

- *плотное* – нож входит в почву на небольшую глубину, при достаточно большом усилии кусок почвы разламывается;

- *очень плотное* – нож входит в почву всего на несколько миллиметров при сильном ударе.

Почвенная структура – это совокупность отдельностей (агре-

готов) почвы различной величины, формы и прочности, на которые способна распадаться почва. Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, то ее называют *бесструктурной раздельно-частичной* (песок, пыль). Если почва выламывается большими глыбами произвольной формы, то она *бесструктурно-массивная*. Для определения структуры почвенный образец с ненарушенной структурой берут в руки, встряхивают на ладони или слегка надавливают на него и смотрят на отдельности, положив их на миллиметровую бумагу. По размерам и форме отдельных, на которые распадается почва, используя рисунок 3, дают название структуры. Иногда дают двойное или тройное название структуры, причем название преобладающих отдельных, образующихся при разрушении структуры, в полном ее названии ставят на последнее место. Например: *комковато-пылевато-зернистая, комковато-зернистая, комковато-пылеватая* и т.д. Выделяют три типа структуры почвы (по С.А. Захарову): **кубовидная, призмовидная, плитовидная** (рис. 3).

I. Кубовидная – почвенные отдельности имеют примерно одинаковые размеры во всех трех направлениях. В зависимости от размеров ребер куба выделяют следующие виды структуры:

- *крупноглыбистая* – размеры ребер более 10 см;
- *глыбистая* – 5-10 см;
- *крупнокомковатая* – 3-5 см;
- *среднекомковатая* – 1-3 см;
- *мелкокомковатая* – 0,5-1 см;
- *пылеватая* – менее 0,5 см;
- *крупноореховатая* – более 10 мм,
- *ореховатая* – 7-10 мм;
- *мелкоореховатая* – 5-7 мм;
- *крупнозернистая* – 3-5 мм;
- *зернистая* – 1-3 мм;
- *мелкозернистая (порошистая)* – 0,5-1 мм.

II. Призмовидная – отдельности почвы имеют вытянутую вверх форму. В зависимости от размеров выделяют три вида структуры:

- *столбчатая (крупная)* – диаметр почвенных отдельных более 5 см;
- *столбовидная (средняя)* – диаметр почвенных отдельных 3-5 см;

- *призмовидная (мелкая)* – диаметр почвенных отдельностей менее 3 см.

III. Плитовидная – отдельности почвы плоские по высоте, но развиты по двум другим направлениям. Выделяют следующие виды:

- *сланцеватая* – толщина более 5 мм;
- *плитчатая* – 3-5 мм;
- *пластинчатая* – 1-3 мм;
- *чешуйчатая* – менее 3 мм;
- *листоватая* – менее 1 мм.



Рисунок 3 – Структура почвы:

I тип – кубовидная: 1 – крупнокомковатая; 2 – среднекомковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая; 10 – порошистая; 11 – «бусы» из зерен почвы.

II тип – призмовидная: 12 – столбчатая; 13 – столбовидная; 14 – крупнопризматическая; 15 – призматическая; 16 – мелкопризматическая; 17 – тонкопризматическая.

III тип – плитовидная: 18 – сланцеватая; 19 – пластинчатая; 20 – листоватая; 21 – грубочешуйчатая; 22 – мелкочешуйчатая

Каждый генетический горизонт почвы имеет свой тип и вид структуры. Так, почвы дернового типа почвообразования (черноземы, лугово-черноземные, черноземно-луговые и луговые) в гумусово-аккумулятивном горизонте (А) имеют комковато-зернистую структу-

ру, а для распаханых почв характерна комковато-зернисто-пылеватая структура. Горизонт A_2 дерново-подзолистых почв, подзолов, солодей имеет плитчатую, пластинчатую и чешуйчатую структуру; горизонт В – ореховатую, иллювиальный горизонт В солонцов – столбчато-ореховатую. Материнская порода многих почв (С) имеет глыбистую структуру.

Агрономически ценной является структура верхних гумусовых горизонтов – зернистого и комковато-зернистого типа, размеры ее отдельностей – 1-3 мм.

Гранулометрический состав – это процентное соотношение в почве механических элементов (частиц) различной величины, объединенных по размерам во фракции. По гранулометрическому составу почвы подразделяют на песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые. Первые две – легкие почвы (преобладают песчаные частицы), последние две – тяжелые почвы (преобладают пыль и ил). Гранулометрический состав определяет многие свойства почвы (плотность, пористость, водо-подъемную и поглотительную способность и т.д.). В полевых условиях гранулометрический состав определяют по внешним признакам и на ощупь. Для этого из каждого горизонта берут немного почвы, постепенно смачивают ее водой до получения тестообразной массы, которую втирают в ладонь, или скатывают в шнур. Используя таблицу 1, определяют гранулометрический состав почвы.

Пористость – наличие промежутков (полостей) между агрегатами и внутри них, заполненных воздухом или почвенным раствором. *Внутриагрегатные поры* по размерам делятся:

- на *очень тонкие* – диаметр их до 1 мм;
- *тонкие* – 1-3 мм;
- *средние* – 3-5 мм;
- *крупные* – более 5 мм.

По форме поры бывают *сферические* и *эллиптические*, *неправильной формы* и *трубчатые (цилиндрические)*.

Межагрегатные поры (или трещины) делятся только по размеру:

- *тонкие* – ширина трещин 1-3 мм;
- *средние* – 3-10 мм;
- *крупные* – более 10 мм.

Таблица 1 – Определение гранулометрического состава почвы
полевым методом

Почва по гранулометрическому составу	Метод втирания сырой почвы в ладонь	Метод «шнура» (длина шнура 3 см, толщина 3 мм)
Песок (песчаная)	Песка много, ладонь не грязнится	Шнур не образуется
Супесь (супесчаная)	Песка много, ладонь грязнится	Получаются только зачатки шнура
Легкий суглинок (легкосуглинистая)	Ощущение мыла с большим количеством песка	Шнур непрочный, распадается при раскатывании
Средний суглинок (среднесуглинистая)	Ощущение мыла с песком	Шнур сплошной, свертывается в кольцо, кольцо с разломами и трещинами
Тяжелый суглинок (тяжелосуглинистая)	Ощущение мыла с единичными песчинками	Шнур легко раскатывается, кольцо с трещинами по периферии
Глина (глинистая)	Ощущение мыла	Образуется тонкий длинный шнур, кольцо без трещин

Новообразования – морфологически оформленные выделения и скопления веществ, резко отличающиеся по составу и сложению от вмещающей их почвенной массы. Они формируются в почве под воздействием почвообразовательного процесса и являются важным диагностическим признаком для определения типа, подтипа, рода и вида почв. Различают новообразования химические и биологические (по С.А.Захарову).

К химическим новообразованиям относятся:

➤ *Легкорастворимые соли* – соленые (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2) и горькие (Na_2SO_4).

Встречаются в виде налетов, выцветов, прожилок, псевдомицелия, крупинок в толще почв. Они характерны для засоленных почв (солончаков, солонцов).

➤ *Гипс* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) белого или желтоватого цвета, образует налеты, выцветы, белые прожилки кристаллической формы, конкреции, стяжения в виде особых сростков – «ласточкиных хвостов». Со-

держится в нижних горизонтах почв степной зоны: южных черноземах, каштановых почвах, солончаках, солонцах.

➤ *Карбонат кальция* (CaCO_3) – белого цвета, разнообразной формы (налеты, выцветы (плесень), примазки, псевдомицелий, конкреции), в виде «белоглазки», «журавчиков», «желваков». Вскипает от соляной кислоты:



Полуторные оксиды (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , соединения марганца (Mn_3O_4) и фосфорной кислоты (FePO_4) – охристые налеты и выцветы, ржавые охристые пятна, разводы, потеки, темно-бурые зерна, орштейны и т.д. Они характерны для гидроморфных луговых, лугово-болотных, торфяных почв.

➤ *Соединения двухвалентного железа - Fe^{2+}* (FeCO_3 , FeO) – голубоватые пятна и разводы, сизоватые прожилки, белые скопления, синеющие и буреющие на воздухе. Они характерны для гидроморфных почв.

➤ *Кремнезем* (SiO_2) – кремнеземистая присыпка беловатого цвета на гранях структурных отдельностей. Содержится в горизонтах A_1A_2 или A_2 подзолов, дерново-подзолистых и серых лесных почв, солодей и черноземов оподзоленных.

➤ *Гумусовые вещества* темного или черного цвета образуют глянцевые натеки по граням структурных отдельностей. Они содержатся в нижних горизонтах оподзоленных черноземов, солонцов, дерново-подзолистых почв.

К новообразованиям биологического происхождения относятся:

- *Червороины* – извилистые ходы червей и других насекомых.
- *Копролиты* – экскременты червей.
- *Корневины* – ходы и следы крупных древесных корней.
- *Кротовины* – ходы землероев (кротов, сусликов, мышей, сурков), засыпанные почвой. На стенках разрезов они представлены крупными пятнами округлой или овальной формы, отличающимися по цвету и сложению от основной массы почвы.

Включения – это случайные органические и минеральные тела или предметы в почве, генетически не связанные с почвообразовательным процессом. К ним относят случайно рассеянные в почве или являющиеся частью почвообразующей породы тела – обломки кирпича, кусочки угля, валуны, галька, камни, органические остатки –

раковины, кости животных, остатки стеблей, корней, стволов деревьев и т.д. Многие включения являются инертными телами в процессе почвообразования, однако по ним можно судить о возрасте и о генезисе материнских пород.

Характер перехода горизонтов имеет важное генетическое и диагностическое значение, так как он определяет степень выраженности горизонтов и общий облик почвенного профиля.

Различают следующие типы переходов горизонтов почвы:

- *резкий* – смена одного горизонта другим происходит на протяжении не более 2 см;

- *ясный* – смена горизонта находится в пределах 2-5 см;

- *постепенный* – смена горизонта находится в пределах более 5 см.

По характеру линии нижней границы горизонта различают такие виды перехода: *ровный*; *волнистый*; *языковатый*; *потечный*.

Морфологическое описание почвы должно быть четким, аккуратным и выполнено с указанием всех признаков.

При описании лесной подстилки или степного войлока (A_0) не указывают структуру, гранулометрический состав, новообразования, не делают мазков.

Пример морфологического описания почвы: *темно-серая лесная оподзоленная среднемошная среднесуглинистая*

$A_{\text{пах}} \frac{0-15}{15}$ см темно-серый, однородно окрашен, свежий, комковато-зернистый, слегка уплотнен, среднесуглинистый, корни травянистых растений, переход в следующий горизонт постепенный, языковатый.

$A_1 \frac{15-25}{10}$ см серый с буроватым оттенком, пятнистый, свежий, комковато-зернистый, среднесуглинистый, корни травянистых растений, переход в следующий горизонт заметный.

$A_1A_2 \frac{25-40}{15}$ см серо-бурый, неравномерный по окраске, влажный, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый, уплотненный, единичные цилиндрические поры, новообразования – гумусовые вещества и белесоватые пятна кремнеземистой присыпки, переход заметный.

$B_1 \frac{40-59}{19}$ см бурый, неравномерно окрашен, ржаво-охристые единичные пятна, влажный, ореховатый, глинистый, плотный, мелкопористый, глянцевые пленки на гранях структурных отдельностей, кремнеземистая присыпка, затеки гумуса, переход постепенный.

B₂ $\frac{59-100}{41}$ см буровато-желтый, неравномерно окрашен, влажный, ореховатый, глинистый, глянec по граням структурных отдельных, редкие затеки гумуса; переход постепенный.

C $\frac{100-150}{50}$ см желто-бурый, однородно окрашен, влажный, комковатый, плотный.

Морфологическое описание почвенного профиля дополняют мазками почвы из каждого генетического горизонта, которые выполняют в соответствующем масштабе. Это позволяет представить строение и мощность профиля почвы в общем виде.

На бланке описания разреза влажной почвой, оставшейся после определения ее гранулометрического состава, делают мазки.

После описания почвы определяют ее полное название, включая тип, подтип, род, вид и разновидность (последнее – по гранулометрическому составу верхнего горизонта).

Например:

серая лесная – тип,

темно-серая – подтип,

оподзоленная – род,

среднемощная – вид,

среднесуглинистая – разновидность.

2.3 Описание почв земледельческой части Красноярского края

В земледельческой части Красноярского края в составе пахотных угодий господствуют черноземы и серые лесные почвы. На долю черноземов приходится свыше 54,4 %, а на долю серых лесных 37,3 % от всей площади пашни (табл. 2).

Таблица 2 – Структура почвенного покрова пашни Красноярского края (по Г.П. Пахтаеву)

Почвы	Площадь	
	тыс. га	%
1	2	3
Черноземы	1584,5	54,4
В т.ч.: оподзоленные	131,0	
выщелоченные	1012,5	
обыкновенные	381,2	
южные	6,4	
луговатые и луговые	53,4	

Окончание табл. 2

1	2	3
Серые лесные	1086,7	37,3
В т.ч.: светло-серые	19,4	
серые	272,7	
темно-серые	794,6	
Дерново-подзолистые	198,1	6,8
В т.ч.: сильноподзолистые	10,6	
среднеподзолистые	86,1	
слабоподзолистые	101,4	
Аллювиальные	43,0	1,5
В т.ч.: кислые	1,1	
насыщенные	38,8	
карбонатные	3,1	
Итого по краю	2912,3	100

В различных природных условиях почвенный покров неодинаков. Чулымо-Енисейская котловина характеризуется господством обыкновенных черноземов. В более северной Назаровской котловине к доминирующему обыкновенному чернозему прибавляется выщелоченный чернозем.

Самые северные лесостепи – это Ачинско-Боготольская, Красноярская и Канская – имеют много общего в почвенном покрове. Здесь преобладает чернозем выщелоченный в комплексе с обыкновенным черноземом. В северной части этих лесостепей наряду с черноземами широко распространены и серые лесные почвы. Дерново-подзолистые почвы распространены в подтайге.

Таким образом, основу пашни края представляют черноземы. Это достаточно плодородные почвы. Не следует думать, что черноземов в Красноярском крае много. Они встречаются только в центральных и южных районах края. В пашне много черноземов только потому, что в сельском хозяйстве используют наиболее производительные почвы. В настоящее время все крупные массивы черноземов распаханы.

Особенности распределения почвенного покрова. Распределение почвенного покрова связано как с широтной, так и с кольцевой (концентрической) зональностью. Как правило, в центральной части котловин преобладают степные почвы (южные, обыкновенные черноземы). Полоса лесостепи, окаймляющая центр котловин, представлена преимущественно выщелоченными, оподзоленными черноземами, серыми лесными почвами. В подтаежной зоне и тайге господствуют почвы подзолистого типа.

2.3.1 Черноземы и лугово-черноземные почвы

Современные представления о черноземе были сформированы В.В. Докучаевым в монографии «Русский чернозем» (1883). Докучаев установил, что чернозем формируется в результате взаимодействия всех факторов почвообразования:

- климата;
- растительности;
- почвообразующих пород;
- рельефа местности;
- возраста геологической страны (времени почвообразования).

Все эти факторы равнозначны и незаменимы.

Важнейшая особенность биологического круговорота веществ при черноземообразовании – ежегодное поступление в почву большого количества растительного опада (8-28 т/га), богатого азотом и зольными элементами.

Гидротермические условия зоны благоприятствуют разложению растительного опада по типу гумификации, т.е. гуминовых кислот образуется больше, чем фульвокислот. Гумус формируется хорошего качества. Профиль чернозема не дифференцирован по полуторным оксидам и физической глине.

Классификация и свойства черноземов. Все черноземы делятся на черноземы лесостепной и степной зоны. В лесостепи представлены следующие подтипы черноземов: оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные. Их площадь более 60 млн га. В степной зоне широко распространены обыкновенные и южные черноземы. Их площадь 100 млн га. Ведущим процессом почвообразования при формировании черноземов является гумусово-аккумулятивный процесс, обуславливающий развитие мощного гумусово-аккумулятивного горизонта, накопление элементов питания и оструктуривание профиля. Чернозем оподзоленный имеет остаточные признаки подзолистого процесса в виде кремнеземистой присыпки. Карбонаты залегают глубже 1,3-1,5 метров. В крае их мало, встречаются в северной части лесостепи и приурочены к пониженным элементам рельефа (западины, микропонижения и др.).

Строение профиля чернозема оподзоленного

A₁
A₁A₂
A₂B
B
C

Свойства. Цвет серый, содержание гумуса 5-12 % и более, гумус гуматного типа, рН 5,5-6,5. Это самые кислые из всех черноземов почвы. Емкость катионного обмена 30-45 мг·экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладают кальций, магний и водород.

Общее строение профиля чернозема представлено на рисунке 4.

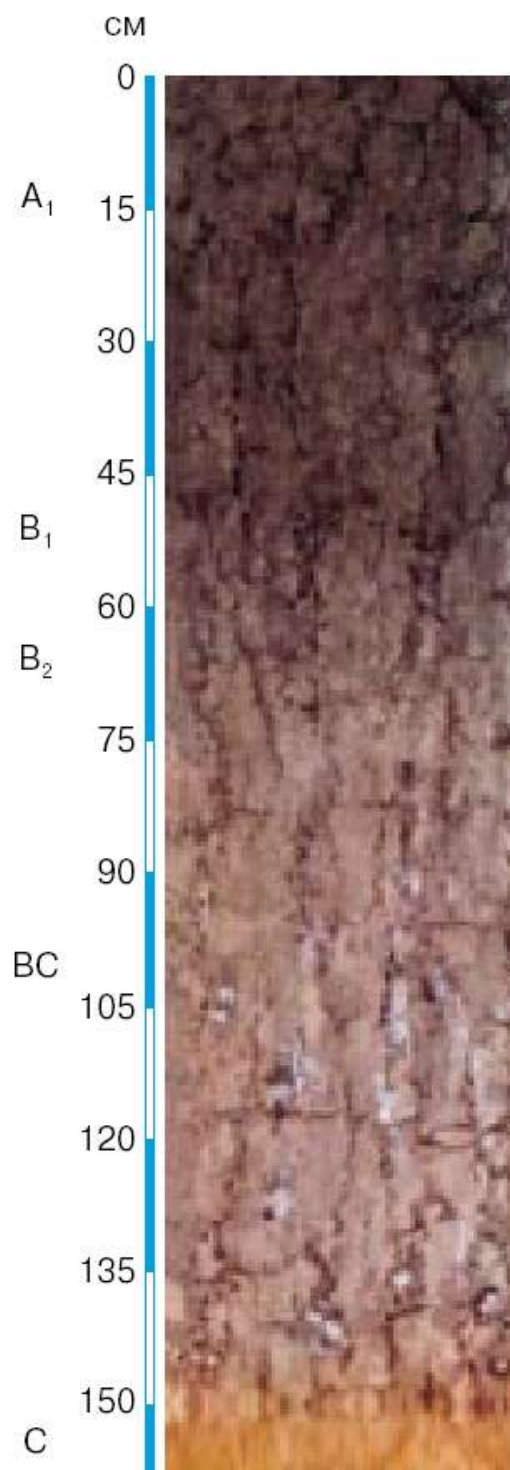


Рисунок 4 – Общее строение профиля чернозема

Чернозем выщелоченный – самая распространенная в нашем крае почва. Не имеет кремнеземистой присыпки. Мощность горизонта А до 50 см. Характерная особенность – наличие между АВ и В_к выщелоченного от карбонатов горизонта В.

Строение профиля чернозема выщелоченного

А
АВ
В
В _к
С _к

Свойства. Цвет черный. Содержание гумуса 6-10 %. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, рН 6,5-6,8. Емкость катионного обмена составляет 40-50 мг·экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладают кальций, магний и водород. Эта почва имеет высокое содержание элементов питания, обладает благоприятной структурой и хорошими водно-физическими свойствами.

Чернозем обыкновенный. Хорошо развит гумусово-аккумулятивный процесс. Карбонаты обнаруживаются в гумусовом горизонте. Широко распространены в Красноярском крае.

Строение профиля чернозема обыкновенного

А
АВ _к
В _к
С _к

Свойства. Цвет черный. Содержание гумуса 5-8 %. Гумус гуматного типа, рН 7,0-7,2. Емкость катионного обмена 40-55 мг·экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладает кальций и магний. Эти почвы имеют высокое содержание элементов питания, обладают благоприятной структурой и водно-физическими свойствами.

Чернозем южный. Гумусово-аккумулятивный процесс развит слабее, чем в других подтипах черноземов. Эти почвы распространены в южной степи, где выпадает мало осадков и растительный покров изрежен, поэтому растительного опада немного и содержание гумуса ниже.

Свойства. Цвет серый, содержание гумуса около 6 %, гумус гуматного типа, рН 7,0-7,5. Емкость катионного обмена 30-40 мг·экв/100 г почвы. В состав обменных катионов входят кальций и магний и часто обменный натрий, в этом случае может проявляться солонцеватость.

Эта почва содержит достаточное количество элементов питания. При солонцеватости структура и водно-физические свойства становятся неблагоприятными.

Строение профиля чернозема южного

A(A_к)
AB_к
B_к
C_к

Лугово-черноземные (полугидроморфные) почвы формируются под травянистой растительностью в условиях повышенного увлажнения. Общим образовательным процессом является дерновый, которому сопутствует глеевый.

Строение профиля лугово-черноземной почвы

A-A(A_{пах}+A)
AB
B₁
B₂
BC
C

Свойства. Характерно для этой почвы большая мощность гумусового горизонта и повышенное содержание гумуса, рыхлое сложение, густая сеть тонких корневых остатков, зернистая или творожистая структура, наличие глубинной глееватости (обильные ржаво-охристые и грязно-сизые пятна, полосы). Эти почвы приурочены к понижениям мезорельефа.

2.3.2 Серые лесные почвы

Серые лесные почвы характеризуются большей гумусированностью по сравнению с дерново-подзолистыми почвами, но при этом имеют признаки и свойства, обусловленные проявлением подзолистого процесса. Подзолистый процесс в лесостепной зоне протекает в более слабой форме, чем в таежно-лесной, для дернового процесса создаются более лучшие условия. Эти особенности в развитии подзолистого и дернового процессов связаны прежде всего с заметным отличием характера биологического круговорота веществ и условий гумификации на фоне ослабленного промывного режима. В зависимости от интенсивности гумусирования и развития признаков опод-

золивания тип серых лесных почв подразделяется на три подтипа – светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. Светло-серые и серые лесные почвы формируются преимущественно в северной части зоны, далее на юг преобладают темно-серые почвы, а светло-серые и серые почвы встречаются лишь на легких породах или на участках рельефа с повышенным увлажнением.

Целинные почвы с поверхности имеют горизонт лесной подстилки A_0 или дернины A_d . В верхней части выделяется гумусовый слой, окраска которого изменяется от светло-серой до темно-серой при переходе от светло-серых почв к темно-серым. Главная морфологическая особенность серых лесных почв – заметное разделение гумусового слоя на два горизонта – верхняя часть с наиболее интенсивной гумусовой окраской – гумусовый горизонт A_1 . Нижняя часть гумусового слоя – гумусово-оподзоленный (гумусово-элювиальный) горизонт A_1A_2 , в разной степени окрашенный гумусом и имеющий одновременно признаки оподзоленности в виде более или менее обильной белесой присыпки, которая представляет собой мелкие фракции кварца и полевых шпатов. Затем следует переходный горизонт A_2B .

Ниже залегает иллювиальный горизонт B с ореховатой или ореховато-призматической структурой, по граням которой встречаются примазки и лакировка, а также белесая присыпка. Горизонт B постепенно переходит в почвообразующую породу C , которая на глубине 120-200 см обычно содержит карбонаты в виде прожилок и журавчиков. В распределении механических элементов по профилю серых лесных почв видна четкая закономерность: по сравнению с породой верхние горизонты обеднены илистой фракцией. Такое распределение илистой фракции связано с оподзоливанием почв. Данные валового химического анализа серых лесных почв показывают, что верхние горизонты также обеднены полуторными оксидами и обогащены кремнекислотой. Эта закономерность указывает на заметную оподзоленность серых лесных почв. Наиболее четко она выражена у светло-серых почв и в меньшей степени у темно-серых. Строение почвенного профиля серой лесной почвы представлено на рисунке 5.

Содержание по профилю гумуса и азота свидетельствует о более интенсивном проявлении дернового процесса у темно-серых лесных почв и наиболее слабом его развитии у светло-серых.



Рисунок 5 – Строение профиля серой лесной почвы

Свойства подтипа светло-серых лесных почв. Они кислые, не насыщены основаниями. Емкость катионного обмена в гумусовом

горизонте составляет 14-18 мг·экв/100 г и возрастает в иллювиальном горизонте. Содержание гумуса от 2 до 3 %. Светло-серые лесные почвы близки к дерново-подзолистым почвам по цвету, обильной кремнеземистой присыпке, маломощности, малогумусности, кислотности, выраженной иллювиальности, глубине вскипания. В этих почвах может присутствовать второй гумусовый горизонт. В профиле на глубине 90-100 см часто наблюдаются признаки оглеения в виде ржавых пятен и сизоватых разводов.

Свойства подтипа серых лесных почв. Они характеризуются кислой реакцией. Степень насыщенности основаниями (V) составляет 60-70 %. Емкость катионного обмена в зависимости от гранулометрического состава и содержания гумуса в горизонтах A_1 ($A_{\text{пах}}$) колеблется в пределах 18-30 мг·экв/100 г. Содержание гумуса от 3 до 4 %. Для серых лесных почв характерно менее резкое падение содержания гумуса с глубиной по сравнению со светло-серыми лесными почвами. В составе гумуса возрастает группа гуминовых кислот. Иногда горизонт A_2B может отсутствовать.

Свойства подтипа темно-серых лесных почв. Они имеют емкость катионного обмена в верхнем горизонте от 15-20 до 35-45 мг·экв/100 г. Для этого подтипа характерна более высокая насыщенность основаниями ($V=80-90$ %). Реакция среды чаще слабокислая. Содержание гумуса от 4 до 5 %, причем вниз по профилю уменьшающееся постепенно. В этом отношении они ближе стоят к черноземам.

2.3.3 Подзолистые, дерново-подзолистые почвы

Подзолистые почвы распространены в таежно-лесной зоне. Формируются под хвойными или лиственно-хвойными лесами с моховым, кустарничково-моховым или мохово-травяным покровом при промывном типе водного режима на хорошо дренированных участках. Ведущим почвообразовательным процессом является подзолистый. При наличии травяного покрова ему сопутствует дерновый.

Свойства. Для целинных подзолистых почв характерно наличие лесной подстилки. Характерно низкое содержание гумуса, резко уменьшающееся с глубиной. В профиле подзолистых почв отсутствуют карбонаты. Для этого типа почв отмечается резкая дифференциация профиля на генетические горизонты. Строение профиля подзолистой почвы включает: A_0 - A_0A_1 (A_1)- A_2 - A_2B - B - C (рис. 6).

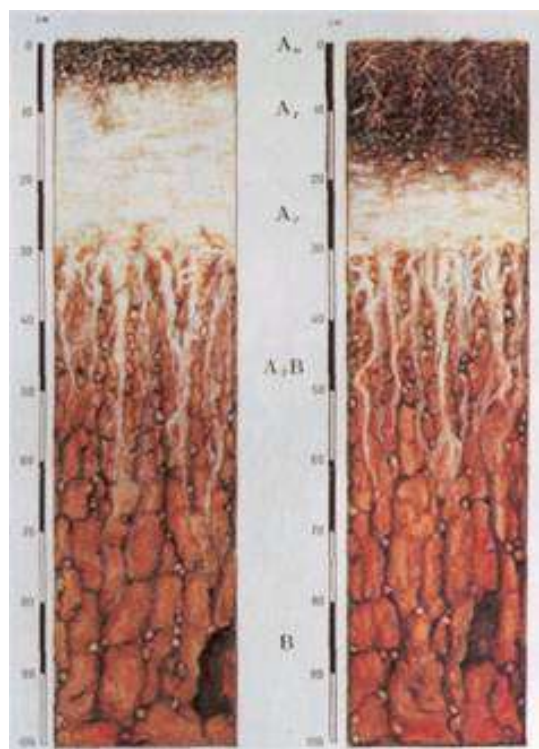


Рисунок 6 – Строение профиля подзолистой почвы

Дерново-подзолистые почвы распространены на юге таежной зоны и формируются под травянистыми и лугово-травянистыми лесами при совместном проявлении подзолистого и дерново-подзолистого процессов. Почвообразовательный процесс, протекающий под воздействием травянистой растительности, приводящий к формированию почв с хорошо развитым гумусовым горизонтом, называется дерновым. Наиболее существенная его особенность – накопление гумуса, питательных веществ и создание хорошей водопрочной структуры в верхних горизонтах. Строение профиля дерново-подзолистой почвы включает:

$A_0 - A_1 (A_{\text{пах}}) - A_1A_2 - A_2 - A_2B - B_1 - B_2 - BC - C.$

Свойства дерново-подзолистых почв сильно зависят от степени проявления подзолистого и дернового процессов. Кроме того, свойства этих почв сильно варьируют в зависимости от гранулометрического и химического состава пород. Содержание гумуса 2-7 %. Гумус грубый, преобладают фульвокислоты, так как растительный опад состоит не только из травянистых остатков, но и из хвои, коры, шишек и т.д. Почва кислая и сильнокислая (рН 4-5). ЕКО низкая, но выше, чем у подзолистых почв. Степень насыщенности основаниями составляет 70-80 %. Горизонт A_2 (подзолистый) имеет повышенное со-

держание оксида кремния, беден илистой фракцией, полуторными окислами, подвижным фосфором и азотом. Эти почвы невысокого плодородия, но при известковании, внесении органических удобрений они используются в пашне.

Среди дерново-подзолистых почв выделяют:

- дерново-глеевые;
- дерново-карбонатные;
- дерновые.

2.3.4 Аллювиальные почвы

Аллювиальные почвы речных долин азональны, т.е. присутствуют во всех зонах. Эти почвы имеют важное народно-хозяйственное значение. Земледелие во всем мире зарождалось в долинах рек. У нас в Сибири развитие земледелия началось с освоения речных долин. Дело в том, что поймы очень благоприятны в экологическом отношении. Здесь формируется мягкий микроклимат. В северных районах реки повышают температуру, а в южных наоборот снижают ее. Пойма – это часть территории речной долины, периодически затапливаемая водами рек в периоды половодий и паводков. Особенности почвообразования пойменных почв являются:

- периодическое затопление;
- отложение на поверхности почвы аллювия, часто богатого гумусом и питательными веществами. Отложения характеризуются слоистостью и сортированностью;
- сильное развитие травянистой растительности;
- высокая биогенность почв.

Строение профиля дерновой аллювиальной почвы

A₁
B₁
C

Аллювиальные почвы делятся на аллювиально-дерновые, аллювиально-луговые и аллювиально-болотные.

Свойства. Гумуса содержится от 1-3, редко до 5-10 %, почвы имеют слоистое строение профиля, рН слабокислая, нейтральная или слабощелочная.

Задание: Прибыть на место. Заложить разрез почвы. Описать почвенный профиль, характер и мощность почвенных горизонтов. Дать полное наименование почвы. Отобрать образцы для агрохимической характеристики почвы.

3 КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

3.1 Почвенная диагностика

3.1.1 Методика отбора почвенных образцов

Почвенные образцы отбирают в разрезе снизу вверх, чтобы не допустить их загрязнения почвой из других горизонтов. Сначала отбирают почвенный образец из материнской породы со дна разреза, затем все остальные снизу вверх, в конце отбирают образец из верхнего горизонта.

Образцы отбирают на лицевой стенке из наиболее типичного для каждого горизонта места (из середины). Высота образца (мощность слоя) 10 см, масса почвы 500-1000 г в зависимости от поставленной задачи. Лесную подстилку и степной войлок берут рядом с разрезом (размер образца 10 x 25 см) и помещают в картонные коробки. Каждый образец упаковывают в матерчатый мешочек, сверху в него помещают этикетку, в которой указывают точный адрес разреза (номер разреза, хозяйство, поле, элемент рельефа, горизонт, глубина взятия образца), дату отбора и фамилию исполнителя.

Затем образцы почвы высушивают в тени на воздухе или при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. В таком виде их можно хранить несколько лет и использовать для подготовки и последующему проведению агрохимических анализов.

3.1.2 Подготовка почвенных образцов к анализу

Образец почвы весом 600-750 г высушивают до воздушно-сухого состояния, затем помещают его на лист чистой пергаментной бумаги и удаляют из него корни, включения и новообразования. Дернину тщательно отряхивают от комочков почвы. Крупные комки почвы разламывают руками или раздробляют в фарфоровой ступке пестиком до небольших комков, диаметром 5-7 мм. Схема подготовки почвенного образца к анализу показана на рисунке 7.

Цель такого измельчения – получить более однородный образец и иметь возможность тщательно перемешать его при взятии средней пробы, которую отбирают методом квартования. Для этого измельченный дроблением и просеянный через сито 1 мм образец после перемешивания располагают на бумаге в виде квадрата или прямо-

угольника и делят диагоналями (шпателем, линейкой) на четыре равные части. Две противоположные части (2 и 4) используют для проведения различных анализов. Две другие части (1 и 3) высыпают в картонную коробку для хранения на случай повторных, дополнительных определений. В коробку следует положить этикетку почвенного образца и, кроме того, наклеить вторую этикетку на стенку коробки (см. рис. 7, I).

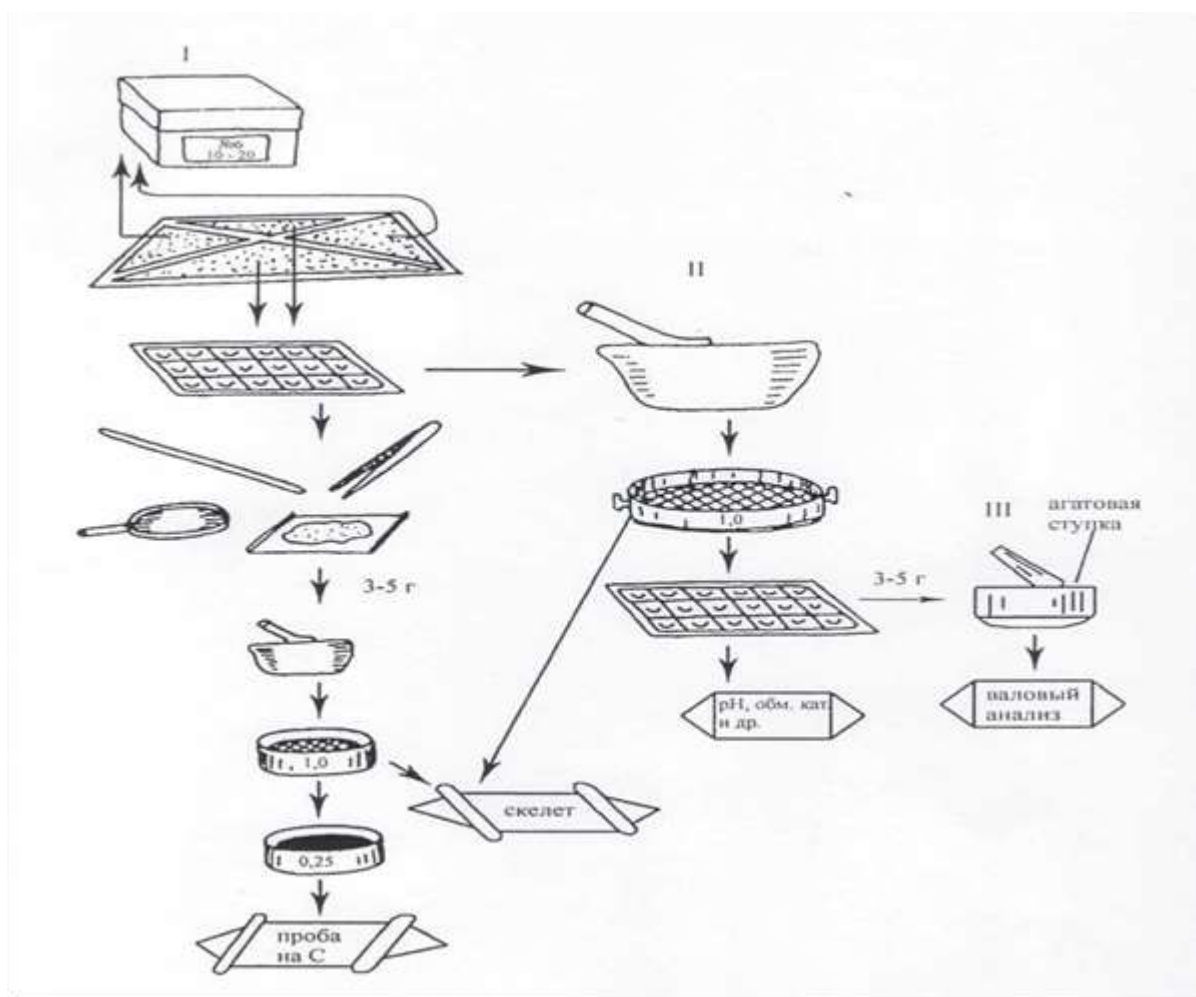


Рисунок 7 – Схема подготовки почвенного образца к анализу

Аналитическая проба для определения углерода и азота. Среднюю лабораторную почвенную пробу равномерно распределяют на бумаге слоем толщиной около 5 мм. Крупные структурные агрегаты или отдельные участки предварительно измельчают шпателем на бумаге или пестиком в ступке. Затем почву распределяют по бумаге и делят на квадраты со стороной 3-4 см, проводя шпателем вертикальные и горизонтальные линии. Из каждого квадрата на всю глубину слоя берут с помощью шпателя небольшое количество почвы и помещают ее в пакетик из кальки. Масса почвенной пробы должна быть не меньше

3-5 г. Если она окажется меньшей, то среднюю лабораторную пробу на бумаге перемешивают, снова делят на квадраты, и берут дополнительное количество почвы в пакетик. Из взятой аналитической пробы почвы тщательно удаляют корни и другие органические остатки. Их отбирают пинцетом, просматривая почву под лупой. Чтобы корни не остались внутри структурных отдельностей, последние раздавливают шпателем или пестиком. Для удаления органических остатков можно использовать наэлектризованную стеклянную палочку. Для этого палочку, натертую куском шерстяной ткани, передвигают на расстоянии нескольких сантиметров от слоя почвы. При этом органические остатки прилипают к палочке и удаляются из почвы. Палочку нельзя подносить близко к образцу, так как в этом случае вместе с корешками к ней могут пристать и тонкодисперсные частицы почвы. После отбора органических остатков почву просеивают сквозь сито сначала с отверстиями 1 мм, затем – 0,25 мм (см. рис. 7, I). Просеивание почвы сквозь сито с ячейками 1 мм и 0,25 мм при химическом анализе преследует разные цели. Просеивание сквозь сито с размером ячеек 1 мм позволяет отделить скелетную часть (крупнее 1 мм) от мелкозема (мельче 1 мм). Все химические анализы для мелкозема и скелетной части выполняются отдельно (в подавляющем большинстве случаев ограничиваются анализом мелкозема). Поэтому нужно следить, чтобы остаток на сите в 1 мм был представлен именно скелетными частицами (гравий, галька) либо новообразованиями. Эти частицы надо сложить в пакетик с включениями и новообразованиями. Что же касается оставшихся на сите комочков из мелкозема, то их при повторном растирании в ступке надо разминать. Оставшуюся на сите почву переносят в ступку, растирают и снова просеивают. Операцию повторяют до тех пор, пока все частицы не пройдут через сито с диаметром отверстий 1 мм. Аналитические почвенные пробы хранят в пакетиках из кальки.

Аналитическая проба для определения рН, обменных катионов, легкорастворимых солей и других анализов. Оставшуюся часть средней почвенной пробы измельчают с помощью специальных устройств для размолва почвенных проб или в фарфоровой ступке с помощью пестика с резиновым наконечником и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 или 2 мм. Таким образом отделяют мелкозем от скелета почвы – элементарных частиц, представленных обломками пород и минералов, диаметр которых превышает 1 мм. Их помещают в тот же пакет с включениями и новообразованиями.

Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите не будут оставаться только частицы скелета почвы. Из подготовленной таким образом почвы берут навеску для определения обменных катионов, кислотности, рН и легкорастворимых солей (см. рис. 7, II).

Почвенные пробы хранят в банках с притертой пробкой, коробках или пакетиках. Воздух помещений, в которых хранят почвенные пробы, не должен содержать кислот и аммиака. Пробы никогда не хранят в лабораториях.

Аналитическая проба для валового анализа почв. Почву, просеянную через сито с отверстиями диаметром 1-2 мм, распределяют равномерно на листе бумаги, делят на квадраты и составляют еще одну аналитическую пробу массой 5-7 г. Она предназначена для проведения валового анализа минеральной части почв (см. рис. 7, III).

Почву небольшими порциями растирают в агатовой, халцедоновой или яшмовой ступке до состояния пудры (в этом состоянии почва не царапает кожу). Яшма, халцедон, агат обладают высокой твердостью, поэтому ступки из этих материалов используют для растирания почв. Однако они очень хрупкие и требуют осторожного обращения, поэтому нельзя очищать пестик от почвы постукиванием о края ступки. Выбирая способ измельчения почвенной пробы, нужно иметь в виду возможность попадания химических элементов из материала ступки или другого растирочного аппарата в почвенную пробу. Так, при определении микроэлементов не рекомендуется растирать почву в яшмовых ступках. Яшма содержит медь и может произойти загрязнение почвенной пробы этим элементом. Подготовленные аналитические пробы для валового анализа хранят в пакетиках из кальки.

Пакеты, коробки, банки, в которых хранятся почвенные пробы, должны быть подписаны и снабжены этикетками [Ульянова, Белоусова, 2013].

3.1.3 Агрохимический анализ почвенных образцов

Агрохимический анализ почвенных образцов может быть проведен в испытательной лаборатории ФГБУ «Красноярский референтный центр федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору» или в ФГБУ агрохимцентр «Красноярский», или в НИИЦ Красноярского ГАУ по ГОСТированным методикам:

1. Органическое вещество – ГОСТ 27784-88; ГОСТ 26213-91.
2. Нитратный азот – ГОСТ 26951-86.

3. Обменный аммоний – ГОСТ 26489-85.

4. Общий азот – ГОСТ 53219-2008.

5. Подвижный фосфор – ГОСТ 26204-91.

6. Обменный калий – ГОСТ 26204-91.

7. рН водной вытяжки – ГОСТ 26483-85.

Валовые формы металлов:

медь – М-МВИ-80-2008;

свинец – М-МВИ-80-2008;

кадмий – М-МВИ-80-2008;

марганец – М-МВИ-80-2008;

подвижный фтор – МУ по определению содержания подвижного фтора в почвах ионометрическим методом от 26.01.1993.

3.1.4 Определение потребности растений в удобрениях и мелиорантах

Интенсивные технологии возделывания различных культур эффективны только при достаточном питании растений, сохранении и повышении плодородия почвы. Запасы элементов питания в почве не безграничны, поэтому должен происходить возврат веществ, изъятых из нее путем внесения органических и минеральных удобрений в почву. Удобрениями называют минеральные и органические вещества, в химический состав которых входят необходимые для культурных растений элементы питания. Их подразделяют на минеральные и органические. В условиях края минеральные удобрения дают значительный эффект, особенно в зонах достаточного увлажнения. Повсеместно высока эффективность азотных удобрений, из которых наибольшее применение имеют аммиачная селитра, сульфат аммония, мочевина (карбамид). На всех почвах в нашем крае эффективны фосфорные удобрения. Водорастворимыми формами фосфорных удобрений являются суперфосфат простой и суперфосфат двойной, которые можно вносить на всех почвах, под все культуры. Следует отметить, что под бобовые культуры целесообразно вносить простой суперфосфат, ввиду наличия в нем примеси гипса, а бобовые положительно отзываются на внесение в почву серы. К фосфорным удобрениям относят фосфоритную муку, которую вносят только на кислых почвах под основную обработку почвы. На почвах нейтральных фосфоритная мука может применяться только при ее компостировании с навозом, торфом и другими компонентами, имеющими кислый рН.

При недостаточном содержании калия в почве применяются калийные удобрения. Из удобрений промышленного производства используются: калийная соль, сульфат калия, хлористый калий и др. Калийные удобрения можно вносить в любые сроки, в т.ч. осенью под зябь (особенно хлорсодержащие).

Полученные из агрохимслужбы агрохимические показатели оформляются в виде таблицы 3, затем дается письменное заключение об обеспеченности почвы элементами минерального питания ($N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O), содержании гумуса, сумме обменных оснований, степени насыщенности основаниями, емкости катионного обмена, реакции среды. Делается вывод о плодородии почвы, обеспеченности ее элементами питания и потребности в удобрениях и мелиорантах.

Таблица 3 – Агрохимическая характеристика почвы

Индекс горизонта	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	мг·экв/100 г			pH_{KCl}	V, %	Содержание питательных элементов, мг/кг		
			S	Hr	ЕКО			$N-NO_3$	P_2O_5	K_2O

1. Градации содержания гумуса в почве, %:

- < 2 – очень низкое;
- 2-4 – низкое;
- 4-6 – среднее;
- 6-10 – высокое;
- > 10 – очень высокое.

2. Сумма обменных оснований (S) – это сумма всех катионов, за исключением водорода и алюминия, выраженная мг·экв/100 г почвы. Оценочная шкала данного показателя следующая:

- < 10 – низкая;
- 10-20 – средняя;
- 20-40 – высокая;
- > 40 – очень высокая.

3. Емкость катионного обмена (ЕКО) – максимальное количество обменных катионов в составе ППК, выражается в мг·экв/100 г почвы. В состав ППК входят следующие катионы: Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Fe^{2+} . Как правило, чем выше ЕКО, тем выше потенциальное плодородие почвы.

4. *Степень насыщенности основаниями (V)* – отношение суммы обменных оснований к емкости катионного обмена, %

$$V = (S/EKO) \cdot 100.$$

Почвы считаются насыщенными основаниями, если $V > 80$ %, и ненасыщенными при $V < 80$ %.

Степень насыщенности почв основаниями используется для определения нуждаемости почв в известковании (табл. 4).

Таблица 4 – Степень нуждаемости почв в известковании

Степень нуждаемости	$pH_{\text{сол}}$	V, %
Сильная	< 4,5	< 50
Средняя	4,6-5,0	51-70
Слабая	5,1-5,5	71-80
Отсутствует	>5,5	>80

5. *pH* – десятичный отрицательный логарифм концентрации ионов водорода в граммах на 1 л раствора.

Кислотность почв – способность почвы подкислять почвенный раствор, обусловленная наличием в почве органических и минеральных кислот, кислых и гидролитически кислых солей, а также обменных ионов H^+ и Al^{3+} . От кислотности зависит величина урожайности сельскохозяйственных культур, качество продукции, эффективность минеральных и органических удобрений. Большинство сельскохозяйственных растений предпочитает слабокислую ($pH=5,1-5,5$), близкую к нейтральной (5,6-6,0) и нейтральную (6,1-7,1) реакции среды. Градации кислотности и щелочности почв представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Уровни кислотности и щелочности почв

	pH	Реакция среды
Солевой	< 4,5	Сильнокислая
	4,6-5,0	Среднекислая
	5,1-5,5	Слабокислая
	5,6-6,0	Близкая к нейтральной
Водный	6,1-7,1	Нейтральная
	7,2-7,5	Слабощелочная
	7,6- 8,5	Щелочная
	>8,5	Сильнощелочная

Пахотные почвы земледельческой части Красноярского края в основном имеют реакцию почвенного раствора, близкую к нейтральной (средневзвешенное значение рН равно 5,9 ед.).

Различают следующие виды кислотности: актуальную и потенциальную, которая, в свою очередь, подразделяется на обменную и гидролитическую.

Под актуальной кислотностью понимают активную концентрацию ионов водорода в почвенном растворе или в водной вытяжке из почвы (pH_{H_2O}).

Потенциальная кислотность определяется количеством ионов водорода, находящихся в почвенном поглощающем комплексе. Более подвижная часть ионов водорода и алюминия твердой фазы почвы может быть переведена в раствор при обработке почвы нейтральной солью (КСl). При этом определяется обменная кислотность (pH_{KCl}).

Гидролитическая кислотность (Нг) обусловлена ионами водорода и алюминия, которые прочно связаны в почвенном поглощающем комплексе. Эти ионы труднее замещаются на основания и вытесняются в раствор только гидролитически кислыми солями.

Потребность почв в известковании устанавливается по двум агрохимическим показателям: величине обменной кислотности (pH_{KCl}) и степени насыщенности основаниями (V, %). Степень насыщенности основаниями показывает, какая часть общей емкости катионного обмена (ЕКО) приходится на поглощенные основания (S) и какая – на гидролитическую кислотность (Нг). Величина степени насыщенности почв основаниями выражается в процентах и рассчитывается по формуле

$$V = S / (S + Hг) \times 100,$$

где V – степень насыщенности почв основаниями, %;

S – сумма обменных оснований, мг·экв /100 г почвы;

Нг – величина гидролитической кислотности, мг·экв /100 г почвы.

Необходимое количество извести для нейтрализации почвенной кислотности рассчитывают по следующей формуле:

$$CaCO_3, \text{ т/га} = Hг \times 0,05 \times h \times dV,$$

где Нг – величина гидролитической кислотности, мг·экв /100 г почвы;

0,05 – эквивалентная масса извести;

h – глубина мелиорируемого слоя почвы, см;

dV – плотность почвы, г/см³.

При описании обеспеченности почвы элементами минерального питания рекомендуется использовать таблицу 6.

Таблица 6 – Группировка почв Красноярского края по содержанию питательных веществ

Класс	Обеспеченность	Содержание питательных веществ		
		Нитратный азот, мг/кг		
1	Очень низкая	<4,0		
2	Низкая	4,1-8,0		
3	Средняя	8,1-12,0		
4	Повышенная	12,1-16,0		
5	Высокая	16,1-20,0		
6	Очень высокая	>20,0		
Подвижный фосфор, мг/кг				
Класс	Обеспеченность	По Кирсанову	По Чирикову	По Мачигину
1	Очень низкая	<150	<100	<10
2	Низкая	151-200	101-150	11-20
3	Средняя	201-250	151-200	21-30
4	Повышенная	251-300	201-250	31-45
5	Высокая	301-350	251-300	46-60
6	Очень высокая	>350	>300	>60
Обменный калий, мг/кг				
Класс	Обеспеченность	По Кирсанову	По Чирикову	По Мачигину
1	Очень низкая	<50	<50	<100
2	Низкая	51-100	51-70	101-200
3	Средняя	101-150	71-90	201-300
4	Повышенная	151-200	91-110	301-400
5	Высокая	201-300	111-150	401-600
6	Очень высокая	>300	>150	>600

Задание. Подготовить почвенные образцы (высушить, измельчить) и сдать в НИЦ Красноярского ГАУ. По результатам анализа подготовить раздел отчета, который обсуждается на занятии, затем сдается преподавателю учебной практики.

Пример оформления отчета приводится ниже:

По полученным результатам агрохимического анализа заполняется таблица и приводится ее описание.

Агрохимическая характеристика чернозема выщелоченного

Индекс горизонта	Глубина, см	Гумус %	мг·экв/100 г			pH _{kcl}	V, %	Содержание питательных элементов, мг/кг		
			S	Hr	ЕКО			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ап	0-10	8,72	39,20	3,29	42,49	6,0	92,2	3,97	182,3	160,9
Ап	10-20	8,54	34,91	3,03	37,91	5,9	92,0	6,41	196,1	155,7
А	20-30	7,86	37,15	4,24	41,39	6,3	89,7	6,95	263,3	196,5
АВ	50-60	6,60	35,66	1,84	37,5	6,2	95,1	6,66	196,9	136,5
В	80-90	6,59	37,90	2,88	40,78	6,2	92,9	2,32	176,1	149,8
Вк	100-110	5,58	21,93	2,13	24,06	5,9	91,1	1,08	67,8	178,5

Согласно грациям чернозем выщелоченный имеет высокое содержание гумуса в горизонтах Ап, АВ, В, а в гор. Вк – среднее его содержание. Данная почва по всему профилю характеризуется высокой суммой обменных оснований и емкостью катионного обмена, которая с глубиной уменьшается. Эта почва насыщена основаниями, так как $V > 80\%$, поэтому не нуждается в известковании. Реакция среды близкая к нейтральной. Обеспеченность чернозема выщелоченного обменным калием высокая, подвижным фосфором – варьирует от средних до высоких значений, а нитратным азотом обеспеченность низкая и очень низкая.

Вывод: Потенциальное плодородие чернозема выщелоченного по содержанию гумуса, ЕКО, S – высокое, а эффективное плодородие по данным нитратного азота – низкое, подвижного фосфора и калия – высокое. Таким образом, данная почва нуждается в азотных удобрениях в высоких дозах.

3.2 Растительная диагностика

3.2.1 Методика проведения растительной диагностики

Существенные дополнения в оценку обеспеченности растений питательными элементами, полученные на основе почвенных анализов, вносит растительная диагностика. Установлено, что наиболее точное определение уровня питания растений и потребности их в удобрениях обеспечивается совмещением результатов анализов почв

и растений [Рудой, 2008]. Существует несколько методов растительной диагностики. Наиболее информативным и быстрым является тканевая экспресс-диагностика.

Вначале проводят отбор и подготовку проб растений для анализа. Взятие проб растений является ответственным моментом. **Общее** требование – это **унификация** техники отбора, обработки и хранения проб: взятие со всех растений строго одних и тех же частей по их ярусности, возрасту, расположению на растении, отсутствию заболеваний и т.д. Во всех случаях отбор растений должен проводиться в **утренние** часы (с 8 до 11), когда интенсивность транспирации невелика. Отбирают растения по диагонали участка, из общего числа составляется средняя проба в количестве 20 продуктивных растений. Анализ неорганических соединений (тканевая диагностика) проводится немедленно в свежих образцах. Для валового анализа (листовая диагностика) применяют консервацию образцов, из которых позже готовят вытяжки. Для консервации выдерживают пробы в термостате в течение 30-40 минут при температуре около 80 °С и затем досушивают на воздухе, избегая прямого солнечного света. Затем образцы растений измельчают и хранят в сухом месте желательно в банках с притертыми пробками.

Самыми быстрыми методами (экспресс-методами) анализов растений являются качественно-количественные или полуколичественные определения содержания в растениях питательных веществ по реакциям на грубых бритвенных срезах (лучше поперечных) тех или иных частей растений или в капле сока, выжатого из черешка листа или стебля растения.

Чтобы сделать срез растений, на каждом стебле средней пробы выше второго узла на 10-15 мм под углом 45⁰ бритвенным лезвием вырезается пластинка стебля толщиной 1,5-2 мм. Срезы кладутся для определения нитратов на предметное стекло, для определения фосфатов и калия – на кусочек фильтровальной бумаги, положенной на стекло. Для получения сока или вытяжки растений черешки каждой пробы обтирают вдоль стебля и для получения сока используют половину или четверть части. Кусочки в 2-4 мм укладывают в пресс, сдавливают, выжимают сок и сливают его в углубления капельной пластинки (палетки). Для осветления окрашенного сока некоторых растений приготавливают вытяжку водную из листьев с активированным углем, который поглощает из вытяжки красящие вещества. Для этого берут среднюю пробу весом 2 г тонко изрезанных листьев,

добавляют к ним 0,2-0,5 г активированного угля, 6 мл воды и тщательно растирают в маленькой фарфоровой ступке. Затем растертую массу заворачивают в плотную ткань и прессом выжимают из нее вытяжку. Можно пропускать растертую массу через воронку с бумажным фильтром. Полученная вытяжка будет слабее сока примерно в четыре раза.

Все определения основаны на цветных реакциях, причем интенсивность окраски сравнивают с соответствующими стандартными шкалами окрасок для каждого из исследуемых элементов. На шкалах оценка обеспеченности дается в баллах.

Основные преимущества этих методов – их быстрота и простота выполнения – дают возможность проводить массовые определения. В связи с этим предложены различные разновидности портативных полевых приборов, содержащих необходимые для анализа реактивы и материалы. Для определения содержания питательных веществ по реакциям, проводимым на срезах свежих растений, по Церлинг В.В., используют прибор ОП-2, а в соке, выжатом из растения – полевую сумку Магницкого.

3.2.2 Определение нитратов

Обнаружение нитратного азота основано на его цветной реакции с дифениламином, в результате которой появляется синее окрашивание. По интенсивности окраски определяется концентрация азота в растениях. На бритвенные срезы, положенные на предметное стекло, наносят по одной капле 1 %-го раствора дифениламина так, чтобы кончик капельницы или пипетки не касался растворяемой ткани. Затем сверху накладывается другое предметное стекло и легким нажимом пальцев рук на стеклянные пластинки выдавливается сок. Полученную окраску от взаимодействия сока с дифениламином сравнивают с эталоном цветов и шкалой. Определяют оценочный балл каждого стебля растений.

Оценочные баллы шкалы разграничены по степени нуждаемости растения в азотных удобрениях (табл. 7).

Устанавливается средний балл обеспеченности растений азотом для данного поля. В соответствии с градациями цветной шкалы по средним баллам судят о необходимости проведения некорневых подкормок азотом, определяют дозы и сроки внесения азотных удобрений.

Таблица 7 – Шкала потребности растений в азотных удобрениях

Балл	Характер окрашивания	Потребность растений в азотных удобрениях
6	Срез и раствор быстро и интенсивно окрашиваются в сине-черный цвет. Окраска устойчивая	Не нуждается
5	Срез и раствор сразу окрашиваются в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время.	Не нуждается
4	Срез и раствор сразу окрашиваются в синий цвет. Окраска наступает не сразу	Средняя нуждаемость
3	То же. Окраска светло-синяя, исчезает через 2-3 минуты	Нуждается
2	Окрашиваются проводящие пучки в голубой цвет. Окраска быстро исчезает	Сильно нуждается
1	Следы светло-голубой быстро исчезающей окраски	Очень сильно нуждается
0	Нет синей окраски. Порозовение и затем почернение ткани вследствие ее обугливания от H_2SO_4 реактива	Острый недостаток и нуждаемость

3.2.3 Определение фосфора

В центр кусочка фильтровальной бумаги, положенной на предметное стекло, наносят 1 каплю молибденово-кислого аммония и накладывают срезы растений. Стеклянным пестиком раздавливают срез и сдвигают его несколько в сторону от образовавшегося пятна сока. После этого на пятно и отдельно оставшуюся ткань среза наносят последовательно по 1 капле раствора бензидина и уксуснокислого натрия. При наличии фосфатов в растении, на бумаге появляется синее окрашивание капли сока и ткани растения. Интенсивность окраски сравнивают с показателями таблицы 8 и цветной шкалы для определения фосфатов.

Таблица 8 – Шкала потребности растений в фосфорных удобрениях

Балл	Характер окрашивания сока и отпечатка среза растения	Потребность растений в фосфорных удобрениях
5	Темно-синий, а сосудистых пучков иссиня-черный	Не нуждаются
4	Синий, а сосудистых пучков темно-синий	Не нуждаются или слабо нуждаются
3	Светло-синий, а сосудистых пучков синий	Средне нуждаются
2	Серо-голубой, а пучков немного темнее	Нуждается
1	Слабо серо-голубой, а пучков серо-голубой	Сильно нуждается
0	Нет голубой окраски	Очень сильно нуждается

3.2.4 Определение калия

На фильтровальную бумагу кладется срез растения. Затем его придавливают стеклянным пестиком и отодвигают срез несколько в сторону от пятна выделенного сока. На пятно сока и на срез наносят последовательно по 1 капле раствора дипикриламина магния и соляной кислоты. Соляная кислота растворяет избыток реактива, образуя лимонно-желтое окрашивание, и растворяет калийную соль дипикриламина. Лимонно-желтая окраска указывает на отсутствие калия, а оранжево-красная – на наличие калия. Интенсивность красной окраски сравнивается с таблицей 9 и цветной шкалой для определения калия.

Таблица 9 – Шкала потребности растений в калийных удобрениях

Балл	Характер окрашивания выдавливаемого сока	Потребность растений в калийных удобрениях
5	Красно-суриковое	Не нуждается
4	Красно-оранжевое	Слабо нуждается
3	Оранжевое	Средне нуждается
2	Желто-оранжевое	Нуждается
1	Соломенно-желтое	Сильно нуждается
0	Лимонно-желтое	Остро нуждается

Результаты записывают в баллах шкалы и устанавливают степень нуждаемости растений в калии.

Все результаты анализа растений студенты записывают в форму таблицы 10.

Таблица 10 – Результаты тканевой диагностики

Вариант опыта	Номер бригады	Элемент	Балл по повторностям										Средний балл	Рекомендации
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	N-NO ₃												
		P ₂ O ₅												
		K ₂ O												

Задание. Отобрать образцы растений. Определить в растениях нитратный азот, подвижный фосфор и обменный калий. Заполнить итоговую таблицу и проанализировать полученные результаты. Сделать выводы о необходимости проведения подкормок растений. Итоги работы оформить в виде отчета.

Пример оформления результатов тканевой диагностики см. в таблице:

Вариант опыта	Номер бригады	Элемент	Балл по повторностям										Средний балл	Рекомендации
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Контроль – 2 дозы	1	N-NO ₃	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0,3	
		P ₂ O ₅	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3,3	
		K ₂ O	0	0	3	1	2	0	0	0	2	0	0,8	
2. Гранула 6	2	N-NO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		P ₂ O ₅	1	1	2	1	1	1	1	0	2	1	1,1	
		K ₂ O	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,3	
3. ОМУ – 1 доза	3	N-NO ₃	0	3	0	2	0	0	1	0	3	0	0,9	
		P ₂ O ₅	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3,2	
		K ₂ O	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	0,9	
4. ОМУ – 2 дозы	4	N-NO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		P ₂ O ₅	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3,5	
		K ₂ O	1	2	1	1	1	1	0	1	2	1	1,1	

Варианты опыта были представлены контролем (N60, P60, K60), гранулой 6, внесенной в дозе 600 кг/га, ОМУ, внесенным в дозах 525 кг/га и 1050 кг/га.

Содержание нитратного азота по вариантам опыта оценено в 0 баллов – это означает, что растения испытывают острый недостаток в азоте и нуждаются во внесении азотных удобрений.

Содержание подвижного фосфора в растениях первого, третьего и четвертого вариантов опыта оценено в 3 балла, что означает, что растения этих вариантов средне нуждаются в фосфорных удобрениях, а во втором варианте (гранула б) содержание фосфора оценено в 1 балл, это свидетельствует, что растения этого варианта сильно нуждаются в фосфоре.

Самое низкое содержание калия отмечено в варианте с гранулой б и оценено в 0 баллов, что указывает на очень сильную потребность растений этого варианта в калийных удобрениях. В других вариантах: контроль и ОМУ потребность оценена в 1 балл, что означает сильную потребность в калийных удобрениях.

Вывод: По всем вариантам опыта необходимо внести большие дозы азотных и калийных удобрений, а в варианте с гранулой б необходима средняя доза фосфорных удобрений.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

По итогам практики проводится аттестация на основании дневника и письменного отчета, оформленного в соответствии с установленными требованиями. Отметка о зачете с оценкой по учебной практике выставляется в зачетную книжку.

В дневнике по учебной практике должна ежедневно фиксироваться вся выполняемая в течение дня работа. Достоверность записей проверяется руководителем практики и заверяется его подписью.

Краткие требования к оформлению отчета

Для распечатки текста отчета рекомендуется использовать бумагу формата А4, шрифт Times New Roman размером 14 пунктов, с автоматической расстановкой переносов, выравниванием по ширине, междустрочный интервал – полуторный. Поля соблюдаются следующие: сверху, слева и снизу – 25, справа – 15 мм. Номер страницы проставляют в середине нижнего поля. Объем отчета должен быть не менее 12-15 страниц без учета приложений и списка используемой литературы.

Структура и техника подготовки отчета

Структурными элементами отчета являются:

- Титульный лист
- Оглавление
- Введение
- Главы основной части
- Заключение
- Библиографический список
- Приложения.

Титульный лист является первой страницей отчета и включается в общую нумерацию страниц по тексту, но номер страницы на титульном листе не проставляется. Он заполняется по строго определенным правилам. Образец оформления титульного листа дан в приложении 1.

Во введении обозначается цель, задачи, место и продолжительность практики; перечень основных работ, выполненных во время практики.

Содержание основной части должно включать методику проведения экспериментов; результаты и их обсуждение (анализ полученных результатов).

В заключении нужно сделать выводы о практической значимости проведенных исследований, описать умения и навыки, приобретенные в ходе практики. Обязательно изложить свое отношение к учебной практике и показать пути ее улучшения.

В приложения следует относить фотографии, сделанные во время практики.

Ссылки в тексте отчета рекомендуется делать следующим образом:
на стандарты – (ГОСТ Р 7.05-2008);

подраздел текста – 2.3;

таблицу – табл. 2.1;

рисунок –рис. 2.4;

формулу – формула (2.25);

литературу – [9];

приложение – прил. 4.

Оформление оглавления

В оглавление включают введение, заголовки всех разделов и подразделов, заключение, библиографический список, приложения и указывают номера страниц, на которых они размещены по тексту отчета. При этом введение, библиографический список, приложения не нумеруют. Заголовки в оглавлении нужно приводить в той форме, в какой они названы в тексте.

Оформление таблиц

Цифровой материал рекомендуется помещать в отчете в виде таблиц. Таблицу помещают после абзаца, в котором она упоминается впервые или на следующей странице. Таблица должна иметь заголовок, точно и кратко отражающий ее содержание, который необходимо располагать ниже слова «Таблица». Точка после заголовка не ставится. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всего отчета. Номер следует размещать в правом верхнем углу над заголовком таблицы после слова «Таблица». При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы. Над другими частями таблицы пишут слова «Продолжение табл.» («Окончание табл.») и ее номер.

Напр.: Таблица 4.1. Таблицы слева, справа, сверху и внизу ограничивают линиями.

Если цифровые или иные данные в таблице не приводятся, то в графе ставят прочерк. Текст всех строк таблицы начинают печатать с заглавной буквы.

Оформление иллюстраций

Оформление иллюстраций осуществляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95. Иллюстрации (диаграммы, графики, схемы, эскизы, чертежи, фотографии) принято называть рисунками и необходимо располагать их в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на отдельном листе. Подписи к иллюстрациям располагают по оптической середине полосы, точку в конце не ставят. Нумерация иллюстраций – сквозная по всему тексту.

Составление списка используемой литературы

Библиографический список можно составлять в алфавитном порядке или в порядке упоминания источников в тексте. В начале списка литературы следует помещать авторские свидетельства, патенты, затем отечественную литературу, а потом зарубежную.

Библиографическое описание печатных изданий должно выполняться в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Пример библиографического описания дан в приложении 2.

Оформление приложений

В приложения в отчете следует относить вспомогательный материал, к которому можно отнести таблицы цифровых данных большого формата, промежуточные расчеты, заполненные формы отчетности и других документов, инструкции. В тексте отчета на все приложения должны быть ссылки. Приложения располагают в конце отчета после библиографического списка. Каждое приложение следует начинать с новой страницы. Слово «Приложение» печатают справа вверху. Если приложений несколько, то их нумеруют. Знак № и точку не ставят. При необходимости под словом «Приложение» можно в скобках указать: обязательное, справочное, рекомендуемое и т.п. Приложение должно иметь заголовок, который записывается отдельной строкой прописными буквами симметрично относительно текста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Будущим инженерам ландшафтного дизайна методические указания помогут закрепить теоретический материал по строению почв, их составу и свойствам; научиться выделять типы, подтипы, роды и виды почв по внешним (морфологическим) признакам; понимать закономерности пространственного изменения почвенного покрова конкретной территории в связи с изменением факторов почвообразования, уметь характеризовать плодородие почв по агрохимическим показателям; освоить методы почвенной и растительной диагностики питания цветочных и декоративных растений, основные принципы и приемы оптимизации минерального питания декоративных культур и агрохимических свойств почв с помощью удобрений и химической мелиорации. Эти знания позволят студентам приобрести навыки проведения почвенного и агрохимического обследования территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Волошин, Е.И. Почвенная и растительная диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур / Е.И. Волошин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 109 с.
3. Гамзиков, Г.П. Проблемы экспериментальной агрохимии / Г.П. Гамзиков. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – 434 с.
4. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.
5. Корсунов, В.М. Педосфера Земли / В.М. Корсунов, Е.Н. Красеха. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. – 472 с.
6. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ; Наука, 2006. – 720 с.
7. Диагностика и классификация почв Западной Сибири / Л.Н. Мищенко, А.А. Неупокоев, А.И. Семенкин [и др.]. – Омск, 1985. – 44 с.
8. Пирогова, Т.И. Полевое и лабораторное изучение почв: учеб.-метод. пособие / Т.И. Пирогова. – Омск, 2004. – 44 с.
9. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований / А.С. Пискунов. – М.: КолосС, 2004. – 312 с.
10. Почвоведение / под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.
11. Радов, А.С. Практикум по агрохимии / А.С. Радов, И.В. Пустовой, А.В. Корольков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 312 с.
12. Розанов, Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 431 с.
13. Рудой, Н.Г. Оптимизация минерального питания растений: учеб. пособие / Н.Г. Рудой. – Красноярск, 2008. – 163 с.
14. Семендяева, Н.В. Изучение почв в поле: учеб.-метод. пособие / Н.В. Семендяева, Л.П. Галеева, А.Н. Мармулев; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 53 с.
15. Сиухина М.С. Почвоведение: метод. указания к проведению учебной полевой практики (для студентов агрономического факультета) / М.С. Сиухина. – Новосибирск, 1989. – 24 с.
16. Ульянова, О.А. Агрохимия / О.А. Ульянова, Е.Н. Белоусова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 138 с.

17. Ульянова, О.А. Почвоведение с основами агрохимии: лабораторный практикум / О.А. Ульянова, Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 263 с.
18. Церлинг, В.В. Методические указания по диагностике минерального питания кормовых, овощных и полевых культур / В.В. Церлинг, М.А. Горшкова. – М.: Колос, 1972.
19. Цупак, В.П. Практикум по основам агрономии с ботаникой / В.П. Цупак, Л.А. Синякова, Т.А. Степанова. – Л.: Колос, 1967. – 368 с.
20. Чечеткина, Н.В. Растительная диагностика сельскохозяйственных растений: учеб. пособие / Н.В. Чечеткина, М.И. Демина, А.В. Соловьев; Рос. гос. аграр. заоч. ун-т. М., 2010. – 115 с.
21. Научная библиотека КрасГАУ. – URL: <http://www.kgau.ru/nw/biblioteka>.
22. Научная электронная библиотека. – URL: e-library.ru.
23. Центральная научная сельскохозяйственная библиотека ЦНСХБ. – URL: <http://www.cnsnb.ru>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Пример заполнения титульного листа отчета

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Красноярский государственный аграрный университет
Институт агроэкологических технологий

Кафедра почвоведения и агрохимии
Направление подготовки: 35.03.10- Ландшафтная архитектура

ОТЧЕТ
по учебной практике «Почвоведение с основами агрохимии»

Выполнил:
студент группы

Ф.И.О.

Руководитель практики:

Ф.И.О.

Дата защиты отчета:

Красноярск 20__

ПРИМЕРЫ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ

Монографическое описание

Книга одного автора

Ульянова, О.А. Трансформация удобрительных композиций в почвах Красноярской лесостепи / О.А. Ульянова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 228 с.

Пахненко, Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.

Книга пяти и более авторов

Комплексные удобрения из природного и техногенного сырья Забайкалья / Н.Е. Абашеева, М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов [и др.]. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. – 195 с.

Прикладная экобиотехнология: учебное пособие / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников [и др.]. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2010. – 629 с.

Учебники и учебные пособия

Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебники и учеб. пособия для вузов / Б.А. Ягодин; под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.

Ульянова, О.А. Нетрадиционные удобрения и технологии их применения: учебное пособие / О.А. Ульянова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2016. – 139 с.

Статьи из журналов

Кубасов, А.А. Цеолиты – кипящие камни / А.А. Кубасов // Сороковский образовательный журнал. – 1998. – № 7. – С. 70–76.

Ульянова, О.А. Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / О.А. Ульянова, Н.Л. Кураченко, В.В. Чупрова // *Агрохимия*. – 2010. – № 1. – С. 10–19.

Ульянова, О.А. Гумификация коры разных видов деревьев и удобрительных композиций на их основе / О.А. Ульянова, В.В. Чупрова // *Агрохимия*. – 2016. – № 5 – С. 11–20.

Материалы конференций

Ульянова, О.А. Разработка нетрадиционных органоминеральных удобрений на основе осиновой коры, цеолита и вермикулита / О.А. Ульянова // *Почвоведение и агрохимия в XXI веке: мат-лы Всерос. науч. конф.* – СПб, 2006. – С. 153–154.

Парахуда, Н.А. Перспективы использования древесных отходов / Н.А. Парахуда // *Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства: мат-лы III междунар. науч. экологической конф.* – Краснодар, 2013. – С. 202–205.

Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2001. – 280 с.

Высокие технологии добычи, глубокой переработки и использования озерно-болотных отложений: мат-лы Международ. науч.-практ. конф. – Томск, 2003. – 190 с.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ АГРОХИМИИ

Методические указания для учебной практики

Электронное издание

Ульянова Ольга Алексеевна

Кураченко Наталья Леонидовна

Редактор И.Н. Крицына

Подписано в свет 25.02.2019. Регистрационный номер 11
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru