



Е. А. Тишкина

ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Часть 2

Екатеринбург
2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра экологии и природопользования

Е. А. Тишкина

ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Часть 2

Методические указания
для выполнения лабораторно-практических занятий
для обучающихся по направлению
05.04.06 «Экология и природопользование»
очной или заочной формы обучения:
дисциплины – «Агроэкология»
и «Экологические аспекты землепользования»

Екатеринбург
2023

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛП.
Протокол № 1 от 3 октября 2022 г.

Рецензент – доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства, канд.
с-х. наук О. Н. Орехова

Редактор Е. Л. Михайлова

Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать		Поз. 10
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,39	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Тема 2. Севообороты.....	5
2.1. Агротехнические основы севооборота.....	5
2.2. Повторные культуры в севообороте.....	7
2.3. Принципы построения севооборота.....	8
Занятие 4. Составление схемы и ротационной таблицы нового севооборота.....	9
Тема 3. Обработка почвы.....	10
3.1. Система обработки почвы под озимые культуры.....	12
3.2. Система обработки почвы под яровые культуры.....	13
3.3. Система послепосевной обработки почвы.....	15
Занятие 5. Система обработки почвы в севообороте.....	16
Тема 4. Минеральные удобрения.....	17
Расчеты доз внесения минеральных удобрений.....	17
Занятие 6. Расчет доз внесения NPK под конкретные полевые культуры.....	20
Библиографический список	24

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие указания имеют цель ознакомить студентов с содержанием, требованиями, методикой и организацией теоретических занятий и практических работ по дисциплинам «Агроэкология» и «Экологические аспекты землепользования».

Учебные практические занятия играют важную роль в подготовке студентов. Они не только дополняют материалы учебных курсов и помогают студенту овладеть многими методами наблюдения, анализа и синтеза, но и способствуют получению практических знаний о природных процессах и их взаимосвязях.

Содержание семинарских и лабораторно-практических занятий определяется стандартом и программой по курсам «Агроэкология» и «Экологические аспекты землепользования». Работа по данным курсам складывается из лекций, семинаров, лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы студентов. В настоящих методических указаниях приведены методики по освоению основных тем агроэкологии (построение схем севооборотов; разработка систем обработки почвы под яровые и озимые полевые культуры; расчет доз внесения основных минеральных удобрений под конкретные возделываемые растения).

Организация лабораторно-практических занятий включает:

- 1) самостоятельную внеаудиторную подготовку студента к выполнению каждой отдельной работы;
- 2) контроль преподавателем степени подготовленности студента к занятию;
- 3) выполнение в полном объеме программы лабораторно-практических занятий;
- 4) оформление отчета и его защиту каждым студентом в течение или в конце занятия.

Работа по выполнению заданий проводится бригадой (по 2 чел.).

Каждое лабораторно-практическое занятие рассчитано на 2 ч.

ТЕМА 2. СЕВООБОРОТЫ

2.1. Агротехнические основы севооборота

Многие культуры при возделывании на одном и том же месте в течение ряда лет сильно снижают урожайность. Причин этого явления несколько. Одни из них связаны с особенностями почвенного питания разных видов растений, в частности с формой поглощения элементов питания, с различной глубиной проникновения корней в почву; другие зависят от физических свойств почвы, ее влажности, механического состава; третьи обусловлены засоренностью тех или иных культур разного вида сорняками, зараженностью вредителями и болезнями, специфическими для отдельных растений. Имеют место и экономические причины чередования культур, связанные со структурой посевных площадей, специфическими потребностями и реальными возможностями хозяйства. Все эти причины приводят к необходимости чередовать культуры на полях хозяйства. Научно обоснованное чередование культур и паров во времени (по годам) и на территории (по полям) носит название *севооборота*.

Основой севооборота является *структура посевных площадей*, т. е. соотношение площадей, занятых под различными сельскохозяйственными культурами (или парами), которое выражается в процентах к общей площади пахотной земли в хозяйстве [1]. Разработка и освоение структуры ведется в связи со специализацией хозяйства (молочной, животноводческой, картофелеводческой и др.). При одной и той же структуре посевных площадей возможно несколько вариантов чередования культур. Выбор наилучшего варианта определяется конкретными условиями хозяйства.

Перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте носит название *схемы севооборота*. Период, в течение которого культуры и пар проходят через каждое поле севооборота в последовательности, установленной схемой, называется *ротацией севооборота*. Расположение культур по всем полям изображают в виде таблицы, которую называют *ротационной*. Она представляет собой план размещения культур (и пар) по полям и годам на период ротации.

Полевые культуры по-разному воздействуют на почву своими пожнивными остатками и корневыми выделениями. Они требуют различной агротехнической обработки и удобрения почвы, разного ухода. Поэтому в агрономии имеет место подразделение возделываемых растений на группы предшественников. *Предшественником* называется сельскохозяйственная культура (или пар), занимавшая данное поле в прошлом году. Выделяют следующие группы предшественников полевых культур.

1. **Пары.** Они бывают чистые и занятые. *Чистый пар* представляет собой свободное от культур поле, которое удобряется, обрабатывается, со-

держится в чистом от сорняков состоянии. *Занятый пар* – это поле, на котором часть вегетационного сезона возделывается какая-либо культура, рано убираемая с поля. Использование тех или иных паров зависит от района земледелия. Так, в засушливых районах Зауралья в севооборотах имеют место чистые пары; по ним размещают чаще всего яровую пшеницу. В Предуралье, где достаточное количество осадков, использовать чистые пары неэкономично, а лучше вводить в севообороты занятые пары (например, с весны высевают рано убираемые на корм скоту однолетние травы, занимавшие поле часть сезона, а осенью после уборки трав и обработки поле засевают озимой рожью). В парах накапливается в больших количествах влага и доступные для растений формы элементов питания. Такие поля легко известковать, не повреждая растений. При отсутствии на полях культур удобно применять различные способы борьбы с сорняками (в том числе химические), а также бороться с вредителями, находящимися в почве. Пары – **отличные** предшественники для всех культур, но, как правило, они используются для размещения по ним озимых и яровых хлебных злаков, если последние являются ведущими культурами севооборота.

2. **Многолетние травы.** Они подразделяются на бобовые и злаковые многолетние травы. К *многолетним бобовым травам* относятся в первую очередь клевер и люцерна, к *многолетним злаковым травам* – тимофеевка, кострец, житняк. И те и другие оставляют достаточно большое количество пожнивных остатков в почве, что способствует накоплению в ней органики, улучшению структуры почвы за счет большого содержания кальция в корнях бобовых и сильной разветвленности корневой системы злаковых трав. Кроме того, бобовые накапливают азот в образующихся на их корнях клубеньках. Они оказывают положительное последствие на многие культуры в течение 3–5 лет. Отсюда многолетние травы считаются **отличными** предшественниками для большинства культур. По ним располагают ведущие культуры севооборотов: яровые и озимые зерновые, картофель и другие культуры, на которых специализируется хозяйство. Однако многолетние травы значительно иссушают почву, вынося из нее большое количество воды. Поэтому в условиях недостаточного увлажнения их значение как предшественников снижается.

3. **Зернобобовые культуры.** К ним относятся посевной и полевой горох, кормовой люпин, вика и др. Они способны накапливать азот, улучшать почвенную структуру за счет корневого кальция, переводить труднодоступные формы фосфора в легкодоступные. Большинство из этих культур имеют короткий вегетационный период: высевают их рано и рано убирают, что позволяет им быть **хорошими** предшественниками для озимых культур. После них получают неплохие урожаи яровых зерновых, пропашных культур, суданской травы.

4. **Пропашные культуры.** Их объединяет общая агротехника: эти культуры высевают с широкими междурядьями (40–70 см). К ним относятся

картофель, кормовая и сахарная свекла и другие корнеплодные культуры, а также кукуруза и подсолнечник. Агротехника возделывания этих культур способствует достаточно полному очищению поля от сорняков, резко повышает микробиологическую активность почвы вследствие многократных летних междурядных обработок и большого количества предварительно внесенной в почву органики. Поэтому пропашные являются *хорошими* предшественниками для зернобобовых, яровых зерновых, для других пропашных культур.

5. **Озимые культуры.** В Свердловской области к ним относится озимая рожь. Высеванная с осени и уходящая под снег в фазе кущения, эта культура быстро развивается весной и активно растет, обгоняя и подавляя яровые сорняки. Поэтому поля после озимых зерновых засорены слабее, чем после яровых зерновых культур. После этой культуры остается больше пожнивных остатков, чем после яровых зерновых. В качестве *хороших* предшественников озимые зерновые чаще используются под пропашные, а при повышенном агрофоне – и под яровые зерновые культуры.

6. **Яровые зерновые культуры.** К этой группе относятся яровые: пшеница, ячмень, овес. Являясь культурами сплошного сева, как и озимые зерновые, они имеют, однако, менее интенсивную агротехнику, чем озимые. Весной яровые хлеба развиваются позже озимых зерновых и сильно засоряются сорняками, поэтому, как правило, эти культуры (особенно фуражные – овес и ячмень) завершают севооборот, но могут использоваться и как *удовлетворительные* предшественники. После них размещают чистые или занятые пары, бобовые травы или пропашные культуры.

2.2. Повторные культуры в севообороте

По отношению растений к повторному выращиванию можно выделить три группы полевых культур:

– культуры, резко снижающие урожай при повторном посеве или при частичном возвращении их на прежнее место. К ним относятся подсолнечник, сахарная свекла, бобовые (горох, люпин);

– культуры, допускающие при хорошем агрофоне (удобрении и обработке почвы, борьбе с сорняками, вредителями, болезнями) повторные посевы на одном и том же поле в течение двух и даже трех лет подряд без значительного снижения урожая. Это озимая рожь и яровая пшеница, в меньшей степени яровые ячмень и овес;

– культуры, способные давать высокие урожаи при хорошей агротехнике в течение двух-четырех лет. К ним относятся картофель, многолетние травы (клевер, люцерна, тимофеевка, кострец и др.) и кукуруза.

2.3. Принципы построения севооборота

При построении севооборота необходимо учитывать следующие принципы.

1. Принцип совместимости. Он предусматривает наличие совместимых, несовместимых, самосовместимых и несамосовместимых культур [2].

- *Совместимые культуры:* первая культура может быть размещена по второй, хотя обе могут относиться к одной производственно-биологической группе. Примером могут служить ячмень и озимая рожь, когда первая культура может быть размещена по второй (при хорошем агрофоне), хотя обе относятся к группе зерновых злаков. Однако следует избегать размещения зерновых по зерновым свыше двух лет. Другой пример совместимых культур – картофель и кукуруза, которые относятся к группе пропашных.

- *Несовместимые культуры:* одна за другой не могут быть расположены по разным причинам (обе сильно иссушают почву и значительно повреждаются одними и теми же сорняками, вредителями, болезнями). Примерами могут служить многолетние травы и сахарная свекла или подсолнечник и сахарная свекла, так как все эти культуры сильно иссушают почву.

- *Самосовместимые культуры:* это культуры, которые выносят повторные посеы на одном и том же поле. К ним можно отнести картофель (при хорошем агрофоне повтор возможен до 2–3 лет), кукурузу (повтор до 3–4 лет).

- *Несамосовместимые культуры:* такие культуры нельзя высевать в течение двух лет подряд на одном и том же поле, более того, часто возвращать их на прежнее место. Например, сахарную свеклу повторно высевают на поле не раньше чем через 3–4 года, подсолнечник – через 7–8, а иногда через 8–10 лет. Причина несамосовместимости – в сильном повреждении культуры сорняками, вредителями, болезнями (например, патогенными грибами), вызывающими длительное заражение почвы.

2. Принцип плодосменности. Он предусматривает ежегодную (или периодическую) смену культур из разных производственно-биологических групп: зерновых культур с пропашными, зернобобовыми, многолетними и однолетними травами; озимых культур с яровыми. В полной мере этот принцип осуществляется в зернотравяно-пропашных севооборотах, где зерновые занимают до 50 % площади, пропашные – 25 %, бобовые и зернобобовые – 25 %.

3. Принцип биологической и экономической целесообразности. Этот принцип предусматривает оценку культур по влиянию их на плодородие почвы, по продуктивности и экономической эффективности их производства. Например, нецелесообразно высевать зернобобовые культуры после зернобобовых, так как азот, накопленный первой культурой, не будет использован второй, в то время как большую потребность в азоте испытывают зерновые хлеба. Нерационально размещать чистые и занятые пары по таким

хорошим предшественникам, как пропашные и зернобобовые, поскольку пары сами являются отличными предшественниками для большинства культур. К тому же при размещении чистых паров после пропашных сильно распыляется почва. Последнее происходит и в районах с ветровой и водной эрозией, если пропашные высевать после пропашных.

Многолетние травы лучше высевать под покров какой-либо культуры сплошного сева, поскольку в первый год жизни травы растут очень медленно и забиваются сорняками. Под покровом они активно формируют корневую систему и после уборки покровной культуры быстро растут, давая хорошие урожаи на следующий год.

ЗАНЯТИЕ 4. Составление схемы и ротационной таблицы нового севооборота

Задание

1. По заданной структуре посевных площадей и заданным предшественникам составить наиболее рациональную схему нового севооборота.

2. Исходя из схемы нового севооборота, составить ротационную таблицу полевого восьмипольного плодосменного севооборота.

Дано:

1. Структура посевных площадей в хозяйстве:

- зерновые – 25 %, в том числе озимая рожь – 12,5 %, ячмень – 12,5 %;
- многолетние травы – клевер – 25 %;
- кукуруза на корм – 12,5 %;
- кормовые корнеплоды: турнепс – 12,5 %;
- кормовые клубнеплоды: картофель – 25 %.

2. Набор предшественников: клевер 1-го года пользования; клевер 2-го года пользования; викоовсяная смесь; картофель (2 поля); яровая пшеница; яровая пшеница с подсевом клевера; озимая рожь.

Материалы и оборудование: линейки, доска.

Методика. Для составления схемы севооборота необходимо на основе структуры посевных площадей севооборота рассчитать количество полей в нем. При этом сумма посевных площадей севооборота должна составлять 100 %. Затем составляются звенья *севооборота* (часть севооборота, представляющая сочетание 2–3 разнородных культур, включая пар). В полевых севооборотах (в которых более половины всей площади отводится под возделывание зерновых, картофеля и технических культур) выделяют паровое, пропашное и травяное звенья. Звено объединяет предшественника с последующей культурой, обычно пар (или пропашную культуру) с культурой сплошного посева, почвоулучшающую культуру или пар с зерновой культурой. Звено всегда начинается хорошим предшественником: всеми видами

паров, зернобобовыми, пропашными культурами, многолетними и однолетними травами. В зависимости от культуры (или пара), которым начинается звено, его называют паровым, пропашным или травяным.

Примеры паровых звеньев:

занятый пар – озимые – пропашные; чистый пар – озимые – яровые зерновые; чистый пар – яровые зерновые.

Примеры пропашных звеньев:

пропашные – яровые зерновые; пропашные – озимые; пропашные – зернобобовые.

Примеры травяных звеньев:

многолетние бобовые травы – озимые – пропашные; многолетние бобовые травы – озимые – яровые зерновые; многолетние бобовые травы – яровые зерновые – пропашные.

Из отдельных звеньев формируется схема севооборота в целом. Она может состоять из трех-четырёх различных или повторяющихся одинаковых звеньев. Составленные варианты чередования культур анализируются, и определяется схема нового севооборота. При анализе следует пользоваться таблицей возможных предшественников для полевых культур.

ТЕМА 3. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Обработкой почвы называется механическое воздействие на нее рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью создания наилучших условий для возделывания культур, повышения плодородия почвы и защиты ее от эрозии.

Грамотно проведенная обработка почвы повышает эффективность севооборотов, удобрений, мелиорации, обеспечивает борьбу с сорняками и вредителями культур. Неразумное применение обработки почвы может привести к отрицательным последствиям, например к потере почвенного перегноя, развитию водной и ветровой эрозии почвы, потере структуры почвенных агрегатов, а отсюда и чрезмерному распылению и уплотнению почвы. Обработка почвы осуществляется с помощью приемов, которые подразделяются на основные и поверхностные.

Приемы основной обработки включают глубокую обработку почвы, существенно изменяющую ее сложение. Наиболее распространенным приемом основной обработки является **вспашка**, которая проводится плугом и обеспечивает рыхление и оборачивание обрабатываемого слоя почвы. Более совершенной считается **культурная вспашка**, проводимая плугом с предплужником на хорошо окультуренных почвах с пахотным слоем более 20 см. При небольшом перегнойном горизонте рекомендуется проводить вспашку без предплужников, осуществляющую глубокое безотвальное рыхление.

Глубина вспашки имеет большое значение в повышении плодородия почвы и может быть различной в зависимости от типа почвы, мощности перегнойного горизонта, требований возделываемой культуры. Вспашку на глубину до 20 см принято называть мелкой, 20–24 см – нормальной, 25–40 см – глубокой. Под разные сельскохозяйственные культуры требуется определенная глубина обработки: под корне- и клубнеплоды рекомендуется вспашка на глубину 28–30 см, под кукурузу и подсолнечник – на 25–27 см, под зерновые колосовые – на 20–22 см. Время вспашки может быть разным. Основная вспашка проводится после уборки предшественника в летне-осенний период. Это **зяблевая вспашка**. Чем раньше поднята зябь, тем больше накапливается в почве влаги и элементов питания. Весновспашка в этом отношении уступает зяблевой вспашке в большинстве районов. Она проводится при чрезмерном уплотнении почвы в зимний период и является менее глубокой, чем зяблевая (до 20 см). Прием применяется в случае необходимости весной, как только почва позволяет выпустить машины на поля.

Приемы поверхностной обработки почвы осуществляют различными навесными орудиями на глубину до 12–14, реже до 16 см.

К приемам **поверхностной обработки** относятся лушение, боронование, прикатывание, культивация и как частный ее случай – окучивание.

Лушение обеспечивает рыхление, частично оборачивание и перемешивание почвы, подрезание сорняков. Прием проводят на глубину от 6 до 16 см перед посевом культур, но главным образом после уборки урожая культур сплошного сева. В отдельных случаях лушение проводится вместо вспашки. Осуществляется прием отвальными лемешными и дисковыми луцильниками. Лемешные луцильники могут обрабатывать почву на глубину до 15–16 см. Особенно эффективны они при лушении почвы, засоренной корнеотпрысковыми сорняками. Дисковые луцильники обычно работают на глубину 6–8 см, реже до 10–12 см. Их применяют для послепосевного лушения жнивья, для предпосевной обработки целинных и залежных земель, перед вспашкой пласта многолетних трав, при лушении почвы, засоренной корневищными сорняками. В последних случаях этот прием ведется на глубину 14–16 см и чаще всего называется **дискованием**.

Боронование обеспечивает крошение, рыхление, перемешивание и выравнивание поверхности почвы, уничтожение почвенной корки, а также частичное уничтожение проростков и всходов сорняков. Этим приемом достигается разрушение крупных комков и создание мелкокомковатого строения верхней части пахотного слоя, таким образом обеспечивается сохранение влаги в почве. Прием применяется для подготовки почвы (ранневесеннее рыхление зяби), для ухода за посевами озимых и яровых культур, многолетних трав и др. Легкие и средние зубовые бороны рыхлят почву на глубину 2–6 см, тяжелые – на глубину до 8 см. Первые используют до и после появления всходов возделываемой культуры для разрушения почвен-

ной корки и вычесывания проростков сорняков, а также после укоса многолетних трав, вторые – для сплошной предпосевной обработки. Сетчатые бороны уничтожают сорняки, рыхлят верхний слой почвы в период появления всходов, боронуют гребневые посадки картофеля на глубину 4–8 см.

Прикатывание заключается в уплотнении и выравнивании поверхности поля, а также дроблении комков и глыб почвы. Применяют в том случае, когда вспашка производится незадолго до посева и почва не успевает осесть. Особенно это важно для озимых культур, так как узел кущения злаков после оседания почвы может остаться на поверхности, что будет губительно для растений зимой. В засушливые годы прикатывание почвы перед посевом способствует подъему воды по капиллярам из более влажных нижележащих слоев к семенам. Прикатывание после посева обеспечивает лучший контакт семян с почвой и способствует их дружному прорастанию. Особенно это важно при посеве мелкосеменных культур. Выполняется прием разными типами катков. Наиболее широко используются кольчато-зубчатые и борончатые катки, которые одновременно с уплотнением разрыхляют самый поверхностный слой почвы в 3–4 см.

Культивация – важнейший после вспашки и наиболее распространенный прием обработки почвы, обеспечивающий ее рыхление, крошение и частичное перемешивание, а также выравнивание почвы и полное подрезание сорняков. Глубина обработки – от 5–6 до 10–12 см, иногда может достигать 14 см. Культивация подразделяется на сплошную (на участках, не занятых посевами) и частичную (обработка междурядий). Прием выполняется культиваторами с различными рабочими органами (лапами, дисками, окучниками). Для рыхления полей, занятых культурами сплошного посева, применяют ротационные мотыги, рабочими органами которых являются игольчатые диски. К культивации относится и прием, называемый окучиванием.

Окучивание представляет собой рыхление, частичное перемешивание и приваливание почвы к основанию стеблей культурных растений, а также подрезание подземных стеблей сорняков в междурядьях. Рабочий орган культиватора, осуществляющий эти операции, – окучник. Почва приваливается к стеблю культуры на высоту 14 см.

Совокупность приемов обработки почвы, выполняемых в установленной последовательности и подчиненных решению задачи повышения урожайности в определенных почвенно-климатических условиях, называется **системой обработки почвы**. В сельскохозяйственной практике выделяют системы обработки почвы под яровые и под озимые культуры, а также систему послепосевной обработки.

3.1. Система обработки почвы под озимые культуры

Озимые (пшеница, рожь, ячмень) высевают в конце лета – начале осени, а урожай убирают летом следующего года [3]. В Уральском регионе Нечерноземной зоны из озимых культур возделывают только озимую рожь.

Ориентировочные сроки ее сева в Свердловской области – с 20–25 июля по 5–10 августа с северной части региона, с 5–25 августа – в южной части. Размещают эту культуру по занятым (ранним картофелем или однолетними травами) парам и непаровым предшественникам – многолетним травам, зернобобовым, силосным (кукуруза, подсолнечник) культурам, рано убирают с поля. Пар перед посевом озимых обрабатывают в основном осенью предшествующего года (черный пар), а также весной и летом (ранний пар) в год посева озимых. После непаровых предшественников почву обрабатывают с момента уборки предшествующей культуры до посева озимых так же, как под яровые. Необходимо закончить основную обработку почвы под озимые культуры не позже чем за 2–3 недели до посева.

3.2. Система обработки почвы под яровые культуры

В Свердловской области все полевые культуры, кроме озимой ржи, относятся к яровым культурам. В зависимости от происхождения яровые бывают холодостойкими и теплолюбивыми. Холодостойкие культуры требуют для начала прорастания семян температур на глубине заделки семян порядка +1...+2 °С, для дружного прорастания +10...+12 °С. Зерно теплолюбивых культур начинает прорастать при температурах +8...+10 °С, для дружного прорастания требуются температуры +16...+20 °С. Поэтому сроки яровых культур различаются. Большинство яровых в области относятся к *культурам раннего срока сева* – конец апреля – начало мая. *Поздновысеваемыми* (к концу мая) являются такие культуры, как картофель (ранний и поздний), сахарная свекла на корм, а также силосные (кукуруза и подсолнечник). В зависимости от сроков посева культуры определяется и выбор приемов обработки почвы в весенний период.

Система обработки почвы под яровую культуру включает систему зяблевой обработки и систему весенней предпосевной обработки.

Система основной зяблевой обработки под яровую культуру проводится сразу же после уборки предшественника. Выбор приемов определяется предшественником, состоянием почвы и ее засоренностью. Предшественниками могут являться:

- культура сплошного способа посева (зерновые хлеба, зернобобовые, однолетние травы);
- пропашные культуры (корне- и клубнеплоды, силосные);
- сеяные многолетние травы.

Если предшественником была культура *сплошного сева*, то зяблевая основная обработка складывается из двух приемов – лущения и вспашки на глубину пахотного слоя. Засоренность поля разными биологическими группами сорняков определяет используемые при обработке орудия. Если поле засорено *малолетними сорняками группы А*, размножающимися семенами, то лущение проводится лемешными плугами на глубину 6–8 см или 8–10 см

в зависимости от влажности почвы; затем идет вспашка с оборотом пласта на глубину 25–27 см; далее следует культивация лаповым культиватором на глубину 8–10 см. Если на поле засоренность представлена *корневищными сорняками*, то лушение проводится остро отточенными дисковыми лушильниками в двух взаимно перпендикулярных направлениях на глубину 8–10 см, далее 10–12 см. Последующая вспашка на 25–28 см осуществляется сразу после появления шилец пырея. При засорении поля *корнеотпрысковыми сорняками* лушат (на 6–8 см, 8–10 см) лемешными плугами два раза в одном направлении; затем проводят глубокую вспашку на 25–30 см с последующей культивацией на 8–10 см.

После уборки пропашных культур определяющим фактором при выборе приемов зяблевой обработки является характер засоренности почвы. Если почва засорена многолетними сорняками, требуется лушение и вспашка. При отсутствии сорняков почва глубоко рыхлится почворыхлителем или культиватором. После картофеля зяблевая обработка обычно не проводится.

При выборе способа обработки почвы *после сеяных многолетних трав* учитывается в первую очередь мощность перегнойного горизонта. Если эта мощность не превышает 20 см, то обычно применяют предварительное дискование пласта трав в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а затем вспашку плугом без предплужника. При глубине перегнойного горизонта более 20 см подъем пласта трав следует проводить плугом с предплужником без предварительного дискования. Если предшествующим яровой культуры является *занятый пар*, то приемы зяблевой обработки зависят от парозанимающей культуры (сплошного сева или пропашной). Поскольку культура в занятом пару раноубирается с поля и поле в течение августа обычно парует, то появляющиеся сорняки могут уничтожаться по мере нарастания послойной культивацией на глубину 6–8, 8–10, 10–12 см.

Система весенней предпосевной обработки включает различные приемы в зависимости от того, какого срока посева возделываемая яровая культура. При раннем сроке посева время обработки почвы очень ограничено, поэтому проводят обычно боронование тяжелыми боронами и одну или две культивации, включая предпосевную культивацию на глубине заделки семян. Весновспашку проводят только в случае острой необходимости в зависимости от состояния почвы. При позднем сроке посева времени до посева значительно больше. Поэтому возможна и весновспашка с одновременным боронованием, а затем по мере отрастания сорняков – послойная культивация на 6–8, 8–10, реже 10–12 см в зависимости от засоренности почвы.

3.3. Система послепосевной обработки почвы

Задачи послепосевной обработки почвы сводятся к тому, чтобы создать благоприятные условия для прорастания семян и дружного появления всходов, придать верхней части пахотного слоя почвы нужное строение и уничтожить всходы сорных растений. К основным приемам ухода за почвой после посева относятся для озимой ржи прикатывание и боронование, а для яровых в зависимости от культуры, кроме этих приемов, используются междурядные обработки (культивации, букетировки и окучивания).

Прикатывание проводится для лучшего обеспечения прорастающих семян влагой: почва должна иметь определенную плотность, при которой вода будет хорошо притекать к прорастающим семенам, а также обеспечивать контакт семян с почвой для лучшего их прорастания. Особенно хорошее влияние оказывает прикатывание на посевы поздних культур и культур с неглубокой заделкой семян (кукурузы, сахарной свеклы на корм, суданской травы). Лучшие результаты получаются от прикатывания вслед за посевом. Прикатывание после посева культур, которые выносят семядоли на поверхности (например, многие бобовые, подсолнечник), может затруднять появление всходов. В этом случае прикатывать почву лучше в период подготовки ее к посеву.

Боронование посевов проводится для того, чтобы облегчить рост растений рыхлением уплотнившегося слоя почвы (например, после дождя) и уничтожением образовавшейся корки. Для уничтожения корки до появления всходов культурных растений применяют легкие зубовые и сетчатые бороны. При появлении после посева мелких всходов сорняков также проводят боронование. Особенно эффективен этот прием, когда проростки сорняков достигают не более 3–5 см. В это время уничтожается наибольшее их количество. Бороновать можно и после появления всходов культурных растений. Например, посевы картофеля и кукурузы можно бороновать несколько раз до и после появления всходов. На посевах пропашных культур, кроме прикатывания и боронования, проводят обработку междурядий культиваторами. Междурядная обработка дает возможность хорошо разрыхлить почву и уничтожить много сорняков. Количество таких обработок зависит от засоренности посевов, быстроты нарастания надземной массы культурных растений и степени уплотнения почвы.

При возделывании некоторых пропашных культур (например, корнеплодов: сахарной и кормовой свеклы, кормовой моркови, брюквы, турнепса) применяют механизированное прореживание культурных растений, которое называется *букетировкой*. Проводится культиваторами поперек рядков; в рядках остаются гнезда – «букеты» по несколько растений через одинаковые промежутки; количество растений в «букетах» и размеры междурядий могут быть различными в зависимости от культуры. Чаще всего расстояние между «букетами» в ряду составляет 18–20 см.

Окучивание применяется главным образом при возделывании картофеля в районах достаточного увлажнения. При окучивании нижняя часть стеблей засыпается с двух сторон землей, что способствует образованию столонов и повышению урожая клубней.

При возделывании озимых, кроме осеннего послепосевного боронования, широко распространенным приемом является их весеннее боронование. При весеннем бороновании озимых надо учитывать состояние почвы (сырую или пересохшую почву обрабатывать весной вредно) и растений (обрабатывают только неизреженные и неослабленные озимые) и погодные условия. Прежде всего следует бороновать тяжелые, заплывающие и засоленные почвы. Бороновать озимые необходимо только поперек рядков, при этом хорошим орудием является ротационная мотыга.

ЗАНЯТИЕ 5. Система обработки почвы в севообороте

Задание

1. Изучить системы обработки почвы под яровые и озимые культуры, а также послепосевную систему обработки почвы.

2. Разработать систему обработки почвы для заданного севооборота (табл. 3).

Таблица 3

Система обработки почвы
для полевого восьмипольного плодосменного севооборота

№ поля	Предшественник	Культура	Обработка почвы		
			Прием	Время	Глубина, см
1	Пар занятый (ранний картофель)	Озимая рожь +клевер			
2	Озимая рожь+клевер	Клевер 1 ^{го} года пользования			
3	Клевер 1 ^{го} года пользования	Клевер 2 ^{го} года пользования			
4	Клевер 2 ^{го} года пользования	Пшеница яровая			
5	Пшеница яровая	Картофель поздний			
6	Картофель поздний	Горох			
7	Горох	Ячмень			
8	Ячмень	Пар занятый (ранний картофель)			

ТЕМА 4. МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Расчеты доз внесения минеральных удобрений

Количество вносимых минеральных удобрений принято выражать в килограммах на гектар. При этом нужные для растений элементы пересчитываются у азотных удобрений на N, у фосфорных – на P_2O_5 , у калийных – на K_2O . Эти условные соединения называются *действующим веществом (ДВ)*. Дозу *технического препарата* промышленных удобрений (ДВ с примесями) рассчитывают по процентному содержанию в них действующего вещества. Расчет дозы технического препарата проводится по формуле

$$Дт.пр = (Д_{дв} : ДВ) 100 ,$$

где *Дт.пр* – доза технического препарата, кг/га;

Д_{дв} – доза удобрений по действующему веществу, кг/га;

ДВ – действующее вещество, %;

100 – коэффициент пересчета.

Пример 1. Под культуру необходимо внести 60 кг азота в виде аммиачной селитры. Процент ДВ (в данном случае N) в аммиачной селитре равен 35. Сколько кг/га технического препарата потребуется при этом?

$$Дт.пр = (60 : 35) 100 = 171 \text{ кг/га, или } 1,71 \text{ ц/га аммиачной селитры.}$$

Пример 2. Необходимо внести 100 кг фосфора по ДВ (по P_2O_5) в виде двойного суперфосфата. Процент ДВ в двойном суперфосфате равен 44. Сколько потребуется технического препарата двойного суперфосфата?

$$Дт.пр = (100 : 44) 100 = 227 \text{ кг/га, или } 2,27 \text{ ц/га двойного суперфосфата.}$$

Пример 3. Сколько килограммов ДВ калия (K_2O) внесено в почву с 80 кг технического препарата калийной соли, если содержание ДВ в этом удобрении равно 46 %? Чтобы определить, какое количество ДВ внесено в почву с определенным количеством удобрения, следует провести расчет по формуле

$$Д_{дв} = Дт.пр \times ДВ : 100, Д_{дв} = (80 \cdot 46) : 100 = 36,8 \text{ кг } (K_2O).$$

Пример 4. При малом содержании в почве калия и фосфора можно использовать метафосфат калия, в котором 40 % ДВ калия (K_2O) и 60 % ДВ фосфора (P_2O_5). Сколько потребуется технического препарата, чтобы было внесено 90 кг фосфорных удобрений по ДВ? Какое количество калийных удобрений по ДВ при этом использовано?

Если вносимое удобрение сложное, то сначала расчет ведется на ДВ того элемента, величина ДВ которого больше. Затем рассчитывается количество ДВ другого элемента:

а) $Дт.пр = (90 : 60) 100 = 150$ кг/га технического препарата метафосфата калия необходимо для внесения 90 кг P_2O_5 ;

б) если в 100 кг технического препарата – 40 кг K_2O , то в 150 кг – X .

$X = (150 \times 40) : 100 = 60$ кг калийных удобрений по ДВ использовано при внесении 150 кг технического препарата.

Пример 5. При малом содержании в почве азота, фосфора и достаточном содержании калия можно использовать диаммофос. Следует внести 90 кг фосфора по ДВ при проценте ДВ азота (N) 22, проценте ДВ фосфора (P_2O_5) – 53. Сколько технического препарата потребуется и сколько при этом будет внесено азота по ДВ? Сколько надо технического препарата аммиачной селитры (NH_4NO_3) для подкормки, чтобы обеспечить 60 кг азота по ДВ?

а) $Дт.пр = (90 : 53) 100 = 169,8$ кг/га, или 1,7 ц/га потребуется технического препарата диаммофоса;

б) в 100 кг технического препарата диаммофоса – 22 кг N, а в 169,8 кг – X , отсюда $X = (169,8 \times 22) : 100 = 37,4$ кг ДВ азота будет внесено с диаммофосом;

в) для нормы азотного питания растений требуется 60 кг азота по ДВ. С диаммофосом уже внесено 37,4 кг N. Следовательно: $60 - 37,4 = 22,6$ кг ДВ азота еще необходимо, чтобы удовлетворить потребность растений в азоте;

г) в техническом препарате NH_4NO_3 ДВ азота составляет 35 %, значит $Дт.пр = (22,6 : 35) 100 = 64,5$ кг/га технического препарата аммиачной селитры необходимо для подкормки.

При расчете конкретных доз удобрений необходимо знать дозу минеральных удобрений для каждой культуры и фактическое наличие этого вещества в почве на каждом поле севооборота. Примерные дозы минеральных удобрений применительно к величине планируемого урожая для каждой культуры и конкретных условий разрабатывают региональные научные учреждения по сельскому хозяйству. Ниже приводится усредненная таблица рекомендуемых доз минеральных удобрений для некоторых полевых культур Нечерноземной зоны РФ (табл. 4). Фактическое наличие в почве элементов питания устанавливается агрохимической службой хозяйства при проведении химического анализа почвы каждого конкретного поля севооборота.

Таблица 4

Примерные дозы минеральных удобрений по ДВ под различные культуры для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны

Культура	Дозы удобрений по ДВ, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые озимые	20	35	35
Зерновые яровые	25	50	40
Кукуруза на силос	90	55	45
Кормовые корнеплоды	70	70	90
Картофель	50	50	75

При различной обеспеченности почвы элементами питания (фосфором и калием) для различных групп возделываемых культур (зерновых, пропашных) используются поправочные коэффициенты соответственно по фосфору и по калию (табл. 5).

Таблица 5

Поправочные коэффициенты для определения доз удобрений под различные группы культур при разной обеспеченности почв элементами питания

Обеспеченность почв	Содержание P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	Поправочные коэффициенты по фосфору		Содержание K ₂ O, мг/100 г почвы	Поправочные коэффициенты по калию	
		для зерновых	для пропашных		для зерновых	для пропашных
Очень низкая	0–2,5	1,4	–	–	–	–
Низкая	2,5–5,0	1,0	1,3	0–5	1,0	1,4
Средняя	5,0–10,0	0,7	1,0	5,0–10,0	0,7	1,0
Повышенная	10,0–15,0	0,25	0,65	10,0–15,0	–	0,7
Высокая	15,0–25,0	–	0,25	15,0–25,0	–	0,5
Очень высокая	>25,0	–	–	>25	–	–

Содержание азота в почве быстро меняется, в связи с этим однократное его определение является малодостоверным. Для определения дозы азотных удобрений исходят из степени окультуренности почвы, времени и способа внесения удобрений, от возделываемой культуры и др. В среднем для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны дозы азота при известной степени окультуренности можно взять из табл. 6. Коэффициент пересчета для азота равен 1 (как под зерновые, так и под пропашные культуры).

Таблица 6

Примерные дозы азотных удобрений при различной степени окультуренности почвы

Степень окультуренности почвы	Дозы азота по ДВ, кг/га	
	под зерновые культуры	под пропашные культуры*
Хорошая	15	60
Средняя	30	70
Низкая	60	90
* Без внесения навоза.		

Пример 6. Рассчитать потребность в суперфосфате для удобрения почвы под посевы озимой ржи при обеспеченности почвы фосфором в количестве 8 мг на 100 г почвы.

Устанавливаем примерную дозу удобрения по ДВ (P_2O_5), используя табл. 3. Для озимых зерновых эта доза равна 35 кг/га. Обеспеченность почвы фосфором (8 мг на 100 г почвы) является в данном случае средней (см. табл. 5).

Коэффициент пересчета при средней обеспеченности почвы фосфором для зерновых культур 0,7, тогда доза фосфорного удобрения, необходимого для внесения в такую почву, составит: $35 \times 0,7 = 25$ кг/га по ДВ.

Суперфосфат бывает 18-, 20- и 22-процентный в зависимости от технологии приготовления удобрения. Если, например, процент ДВ (P_2O_5) в суперфосфате 20, то следует использовать: $Дт.пр = (25 : 20) 100 = 125$ кг/га, или 1,25 ц/га такого технического препарата.

Если процент ДВ по фосфору 18, то, соответственно, следует внести в почву $(25 : 18) 100 = 138,8$ кг/га, или 1,39 ц/га простого суперфосфата.

Пример 7. Рассчитать потребность хлористого калия для внесения в почву под картофель. Почва с низким содержанием калия.

Примерная рекомендуемая доза калийного удобрения по ДВ (K_2O) равна 75 кг/га, тогда доза удобрения с использованием коэффициента пересчета 1,4 (см. табл. 4) равна:

$75 \times 1,4 = 105$ кг/га по ДВ. Процент содержания ДВ K_2O в хлористом калии 62,5, отсюда $Дт.пр = (105 : 62,5) 100 = 168$ кг/га, или 1,68 ц/га – необходимая доза технического препарата.

ЗАНЯТИЕ 6. Расчет доз внесения НРК под конкретные полевые культуры

Задание

Произвести расчет потребности в удобрениях различных полевых культур по заданной форме (табл. 7).

Таблица 7

Форма заданного варианта расчетов удобрений

Культура	Окультуренность почвы	Обеспеченность почвы		Потребное количество удобрений, ц/га		
		P ₂ O ₅	K ₂ O	азотных	фосфорных	калийных

Методика. Используя примеры расчета доз внесения минеральных удобрений, студенты рассчитывают по предложенной формуле необходимое количество азотных, фосфорных и калийных удобрений (в ц/га) под определенную полевую культуру, возделываемую в условиях Нечерноземной зоны на дерново-подзолистой почве. Каждая бригада проводит расчет полученного задания, применяя рекомендуемые дозы внесения минеральных удобрений по *ДВ* (табл. 8), используя поправочные коэффициенты при разной обеспеченности почв элементами питания и процент действующего вещества в конкретном удобрении (см. табл. 3–8), и сдает преподавателю в конце занятия результаты работы с объяснением способов расчета.

Состав и свойства простых минеральных удобрений

Вид удобрения	Химический состав	Содержание, ДВ, %	Воздействие на почву	Внешние особенности	Примечание
1	2	3	4	5	6
Азотные удобрения					
Аммоний азотнокислый	NH_4NO_3	35	Слабо подкисляет	Белые кристаллы или гранулы	Весной вразброс, в рядки и подкормку под все культуры
Аммоний сернокислый	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21	Подкисляет	Белый, серовато-голубой или зеленоватый мелкокристаллический порошок	Осенью или весной вразброс, особенно хорошо для черноземов и карбонатных почв
Аммиачная вода	$\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{OH}$	20	Нейтральное	Бесцветная жидкость	Весной до посева, для подкормки, осенью под озимые, заделка на глубину 15–20 см
Карбамид (мочевина)	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46	Нейтральное	Белый или серый мелкокристаллический порошок, чаще гранулы	Весной вразброс, в рядки и подкормку под все культуры
Фосфорные удобрения					
Суперфос	–	41	Слабо подкисляет	Очень прочные гранулы серовато-белого или серого цвета	Преимущественно как основное удобрение, возможное при посеве в рядки
Суперфосфат простой	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \times \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$	19	Подкисляет	Светло-серый мучнистый порошок, чаще гранулы	В рядки при посеве всех культур. Разбросное внесение эффективнее осенью
Суперфосфат двойной	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$	45	Подкисляет	То же	То же
Фосфоритная мука	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	29	Нейтральное или слабо подщелачивает	Тонкий землистый порошок	Как основное под зябь, в пару на кислых почвах, необходима глубокая заделка

1	2	3	4	5	6
<i>Калийные удобрения</i>					
Калимагнезия (шенит)	$K_2SO_4 \times MgSO_4 \times xH_2O$	28	Нейтральное	Порошок или гранулы	Рекомендуется под культуры, чувствительные к хлору (картофель и др.), на всех почвах, особенно на песчаных и супесчаных
Калийная соль смешанная	KCl+NaCl	40	Слабо подкисляет или нейтральное	Серый кристаллический порошок с включением розовых кристаллов	Содержит много Na и хлора, рекомендуется под овощные (кроме картофеля) и сахарную свеклу, на всех почвах, особенно торфянистых, песчаных и супесчаных, вносить осенью
Калий сернокислый	K_2SO_4	50	Нейтральное	Белый тонкий порошок	Под культуры, не переносящие хлор (картофель, лен, плодово-ягодные и др.), на всех почвах, особенно песчаных и супесчаных черноземах
Калий хлористый	KCl	62,5	Подкисляет	От светло-серого до розового и даже кирпичного кристаллического порошка	Не рекомендуется под хлорофобные культуры (картофель и др.). Вносить лучше с осени на всех почвах, особенно торфянистых, песчаных и супесчаных черноземах

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булатова, И. К. Основы сельскохозяйственных пользований. Основы земледелия: учебное пособие / И. К. Булатова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 130 с.

2. Булатова, И. К. Основы сельскохозяйственных пользований. Основы растениеводства : учебное пособие / И. К. Булатова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 156 с.

3. Булатова, И. К. Основы сельскохозяйственных пользований. Основы растениеводства : учебное пособие / И. К. Булатова, Е. А. Тишкина. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 53 с.