

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 27.06.2023 20:38:56
Уникальный программный ключ:
790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет агро- и биотехнологий
Кафедра Земледелия и растениеводства

АГРОХИМИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

**студентам 2*, 3 курсов направления подготовки бакалавров
35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение»**

Балашиха 2020

Составители: к.с.-х.н, доцент Н.В. Кабачкова

УДК 631.8 (076.5)

Агрохимия: Методические указания по изучению дисциплины / Рос. гос. аграр. заоч.ун-т; Сост. А.В. Н.В. Кабачкова. Б., 2020. – 77 с.

Предназначены для студентов 2*, 3 курсов по направлению 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение» профиль «Агрохимия и агропочвоведение»

Утверждены методической комиссией агрономического факультета

Рецензенты: д.с.-х.н., профессор Верзилин В.В., к.с.-х.н., доцент Носова Л.Л. (ФГБОУ ВО РГАЗУ).

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Агрохимия» относится к базовой части ОПП. Методические указания по данной дисциплине составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агрохимия и агропочвоведение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «20» 10 2015 г., № 1166 и рабочими учебными планами, утвержденными Ученым советом РГАЗУ 16.12.2015 г.

1.1. Цели и задачи дисциплины

Агрохимия – наука об оптимизации питания растений, применения удобрений и плодородия почвы с учетом биоклиматического потенциала для получения высокого урожая и качества продукции.

Цель курса – формирование представлений, умений и практических навыков по основам питания сельскохозяйственных культур являющихся научной основой интенсификации сельскохозяйственного производства за счет экономически обоснованного, ресурсосберегающего и экологически безопасного применения удобрений.

Задачами дисциплины является изучение:

- минерального питания растений и способов его регулирования путем научно обоснованного и рационального применения удобрений;
- агрохимических свойств почв, определяющих их плодородие, потребность в минеральных и органических удобрениях, а также в химической мелиорации;
- состава растений и свойств почв, взаимодействия растений и удобрений с почвой;
- методов количественного анализа растений, минеральных, органических удобрений и мелиорантов, почв и грунтов химическими и инструментальными методами;
- методов почвенной и растительной диагностики питания сельскохозяйственных культур;
- классификаций минеральных и органических удобрений, а также химических мелиорантов, их состава, свойств и агротехнических требований к их применению;
- систем применения удобрений в хозяйствах, севооборотах и при возделывании отдельных сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических зонах страны;
- агроэкологических аспектов применения удобрений и химических мелиорантов в различных агроландшафтах, рационального использования средств химизации земледелия.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

готовностью проводить физический, физико-химический, химический и микробиологический анализ почв, растений, удобрений и мелиорантов (ОПК-5);

готовностью участвовать в проведении почвенных, агрохимических и агроэкологических обследований земель (ПК-1);

способностью к проведению растительной и почвенной диагностики, принятию мер по оптимизации минерального питания растений (ПК-8);

способностью определять экономическую эффективность применения удобрений, химических средств мелиорации и технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур (ПК-11);

способностью к проведению почвенных, агрохимических и агроэкологических исследований (ПК-15).

В результате изучения студент должен:

Знать: механический, физический состав почв. Классификацию почв; органических и минеральных удобрений; типы питания растений; характеристику почв данного участка; кислотность почв; проведение известкования почв; макро - микро элементы; признаки недостатка и избытка элементов питания; поступление элементов в растения; корневое и воздушное питание; методы расчетов элементов питания; на планируемый урожай, балансовый метод, нормативный метод; макро - микро элементы; признаки недостатка и избытка элементов питания; поступление элементов в растения; корневое и воздушное питание.

- особенности минерального питания сельскохозяйственных культур и иметь представления о превращении питательных веществ в системе *почва – растения – удобрения – окружающая среда*;

- взаимосвязи процессов превращения удобрений и мелиорантов в почвах с продуктивностью возделывания культур и плодородием почв;

- виды, классификацию ассортимента, состав, свойства и особенности применения органических, минеральных удобрений и химических мелиорантов;

- методы определения доз, сроков и способов применения удобрений и мелиорантов под отдельные культуры и подходы к разработке систем удобрения агроценозов в различных природно-экономических условиях;

- технику закладки и проведения полевых, лизиметрических и вегетационных опытов разных модификаций с удобрениями и мелиорантами, их особенности при учете урожаев и обобщении полученных результатов с различными сельскохозяйственными культурами;

Уметь:

- распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции;

- разрабатывать оптимальные системы удобрения и уровни обеспеченности удобрениями;

- распознавать и выполнять программу исследований по изучению эффективности удобрений и мелиорантов.

Владеть:

- методами расчета органических и минеральных удобрений под возделываемые культуры;
- применением мероприятий по повышению почв и урожайности сельскохозяйственных культур;
- профессионально решать производственные задачи в области системы удобрений;
- сопоставлять, анализировать и корректировать расчетные материалы для сельскохозяйственных культур.

1.2. Библиографический список

Основной

1. Кидин, В.В. Агрохимия комплексных удобрений : учеб. для бакалавров / В.В. Кидин. - М.: МСХА, 2013. – 353 с.
2. Кидин, В.В. Агрохимия : учебник для бакалавров / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Проспект, 2016. – 603 с.

Дополнительный

1. Спирина, В.З. Агрохимические методы исследования почв, растений и удобрений : учеб. пособие для вузов / В.З. Спирина, Г.П. Соловьева. – Томск : ТГУ, 2014. – 334 с.
2. Соловьев, А.В. Агрохимия и биологические удобрения : учеб. пособие для вузов / А.В. Соловьев, Е.В. Надеждина, Т.Б. Лебедева. – М.: РГАЗУ, 2011. - 167 с.
3. Гамзиков, Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков. – Новосибирск : НГАУ, 2013. – 789 с.
4. Зубкова, В.М. Разработка системы удобрения в севообороте: учеб. пособие / В.М. Зубкова, Н.В. Зубков, А.В. Соловьев. – М.: РГАЗУ, 2010. – 204 с.
5. Ефимов, В.Н. Система удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко. – М.: Колос, 2002. – 320 с.
6. Практикум по агрохимии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.В. Кидина. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
7. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований / А.С. Пискунов. – М.: КолосС, 2004. – 311 с.
8. Муравин, Э.А. Агрохимия / Э.А. Муравин. – М.: КолосС, 2004 – 384 с.
9. Ягодин, Б.А. Агрохимия; учебник для вузов / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко; Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 583 с.

1.3. Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисциплины

Таблица 1

№ п/п	Наименование модуля дисциплины	Всего	В том числе			Рекомендуемая литература
			лекции	лабораторные, практические занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Модуль 1. «Введение. Типы питания растений. Методы исследования в агрохимии»	36	1 (1)	-/-	35 (35)	1,2,3, 4,6,11,13, 16
	Тема 1.1. Типы питания растений. Химический состав и качество урожая	25,5 (20)	0,5 (0,5)	-/-	25 (19,5)	
	Тема 1.2. Методы исследования в агрохимии	10,5 (16)	0,5 (0,5)	-/-	10 (15,5)	
2.	Модуль 2. Круговорот и баланс питательных веществ и гумуса в почве. Поглощительная способность и свойства почв. Диагностика питания растений	36	1 (1)	1 (1)	34 (34)	1,2,3, 9,10,13,15
	Тема 2.1. Поглощительная способность и свойства почв. Питательные вещества в почве	18,5 (18,5)	0,5 (0,5)	-/-	18 (18)	
	Тема 2.2. Диагностики питания растений	17,5 (17,5)	0,5 (0,5)	1 (1)	16 (16)	
3.	Модуль 3. Методы химической мелиорации (Известкование и гипсование)	36	1 (1)	5 (4)	30 (31)	1,2,3, 8,12,13
	Тема 3.1. Известкование почвы	18,5 (18,5)	0,5 (0,5)	3(2)	15 (16)	
	Тема 3.2. Гипсование почвы	17,5 (17,5)	0,5 (0,5)	2(2)	15 (15)	
4.	Модуль 4. Органическое удобрение	36 (36)	2(2)	6(5)	28 (29)	1,2,3, 4,5,7,13, 14,15
	Тема 4.1. Классификация органических удобрений	20 (19)	1 (1)	4 (3)	15 (15)	
	Тема 4.2. Сроки и методы внесения органических удобрений.	16 (17)	1 (1)	2(2)	13 (14)	
5.	Модуль 5. Минеральное удобрение. Микроудобрения	36 (36)	2(2)	2(2)	32 (32)	1,2,3, 4,5,7,13, 14,15
	Тема 5.1. Классификация минеральных удобрений	20 (19)	1 (1)	1(1)	18(17)	
	Тема 5.2. Микроудобрения и применение	16 (17)	1 (1)	1(1)	14(15)	
6.	Модуль 6. Экономическая эффективность применения удобрений.	36 (36)	1 (1)	-(-)	24(24)	1,2,3, 4,5,7,13, 14,15
	Тема 6.1. Методы расчета экономической	36	1 (1)	-(-)	24(24)	

	эффективности применения удобрений	(36)			
	ИТОГО:	216 (216)	8(8)	14(12)	194 (196)

№ п/п	Наименование модуля	5-летнее обучение				3-летнее обучение				Литература
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Введение. Питание растений, свойства почвы. Применение удобрений	21,5	0,5	1	20	20	-	-	20	1,2,6
2.	Классификация минеральных и органических удобрений	44	2	2	40	42	1	1	40	1,2,6,7
3.	Химическая мелиорация	18	1	2	15	22	1	1	20	1,2,6,7,8
4.	Система удобрений	44	2	2	40	42	1	1	40	1,6,7,8
5.	Методы исследований	16,5	0,5	1	15	18	1	1	16	1,2,6,7,8
	Всего:	144	6	8	130	144	4	4	136	

Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

2.1. Модуль 1. Введение. Типы питания растений. Методы исследования в агрохимии

2.1.1. Содержание модуля

Тема 1.1. Типы питания растений. Химический состав и качество урожая. Питание как один из важнейших факторов жизни и продуктивности растений. Воздушное и корневое питание растений и их взаимосвязь.

Роль макро- и микроэлементов в питании растений. Химический состав растений. Влияние условий минерального питания на содержание белков, жиров, углеводов и других важных органических и минеральных соединений.

Содержание и соотношение элементов питания в растениях. Биологический и хозяйственный вынос питательных веществ

сельскохозяйственными культурами, понятие о круговороте и балансе веществ в земледелии.

Современные представления о поступлении питательных элементов в растения. Активное и пассивное поглощение элементов. Избирательность поглощения ионов растениями, физиологическая реакция солей (удобрений).

Значение внутренних факторов и внешних условий в питании растений и их взаимосвязь. Влияние концентрации раствора, его рН, антогонизма и синергизма ионов, физиологической уравновешенности, температуры, влажности почвы и других факторов на поступление питательных элементов в растения. Требования растений к условиям питания в различные периоды их роста. Динамика потребления питательных веществ в онтогенезе. Усвоение растениями питательных элементов из труднорастворимых соединений.

Значение кислотности, емкости поглощения, буферности, состав и соотношения поглощенных катионов почвы в процессах трансформации удобрений и питания растений.

Агрохимические показатели основных типов почв и приемы их регулирования. Агрохимический анализ почв и оценка их обеспеченности элементами питания для растений, определения потребности в удобрениях и корректировки доз.

2.1.2. Методические указания по его изучению

Для представления о питании растений, необходимо знать анатомическое строение органов растений (корень, стебель, лист). Поступление элементов питания через корневую систему, осмотическое давление, корневое давление, строение проводящих пучков (значение ксилемы и флоэмы), нижний и верхний концевые двигатели.

Воздушное питание, процесс фотосинтеза, взаимосвязь между двумя типами питания растений.

Изучается химический состав растений, содержание в них макро- и микроэлементов, значение их для формирования белков, жиров, углеводов и других органических и минеральных соединений.

В этой теме рассматривается избирательное поглощение ионов растениями, физиологическая реакция солей (удобрений), а также требовательность растений к условиям питания в различные периоды их роста.

Необходимо знать типы почв, составы почв, ее свойств и происходящих в ней физико-химических, химических и биологических процессов.

Изучить поглощательную способность почв, состав и строение почвенного поглощательного комплекса.

Усвоить основные закономерности физико-химического, или обменного поглощения катионов, емкость поглощения и состав поглощенных катионов в разных почвах, а также обменное поглощение анионов.

2.1.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Какое значение имеют азот, фосфор, калий, другие питательные элементы в жизни растений? Каковы внешние признаки недостатка отдельных элементов?
2. Что такое корневое питание растений? Какова связь между строением корневой системы и поглощением питательных веществ из почвы?
3. Каков минеральный состав почвы и его значение как источника питательных веществ для растений?
4. Какова роль органического вещества почвы в ее плодородии и питании растений?
5. Какие виды поглотительной способности почвы вы знаете и каково их значение в превращении удобрений в почве?
6. Что называется почвенным поглощающим комплексом? Как связана емкость поглощения почв с содержанием органического вещества и гранулометрическим составом?
7. Какова емкость поглощения и состав поглощенных катионов у различных типов почв?
8. Какие виды почвенной кислотности вы знаете? Характеристикой чего служит степень насыщенности основаниями и как ее рассчитать?
9. Что такое буферная способность почвы, от чего она зависит и каково ее значение для роста растений и применения удобрений?

2.1.4. Задание для самостоятельной работы

1. Дать характеристику химическому составу растений.
2. Охарактеризовать три фазы почвы и их состав.
3. Изложить суть минеральной части и органического вещества почвы.
4. Дать определение гумусу, его составу: гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумины.
5. Изучить показатели плодородия почв и их методы исследования.
6. Изобразить круговорот и баланс питательных веществ и гумуса почвы.
7. Написать и объяснить формулу расчета степени насыщенности почвы основаниями ($T = S' + H$; $V = S : T \times 100$ или $V = S : S' + H \times 100$).

2.2. Модуль 2.

Классификация минеральных и органических удобрений

2.2.1. Содержание модуля 2.

Классификация удобрений. Удобрения промышленные, местные, минеральные и органические, простые и комплексные, прямого и косвенного действия.

Азотные удобрения

Роль азота в жизни растений. Особенности питания растений аммонийным и нитратным азотом.

Классификация азотных удобрений, их состав, свойства и применение.

Фосфорные удобрения

Роль фосфора в жизни растений. Значение фосфорных удобрений в повышении урожаев в различных почвенно-климатических зонах.

Месторождения апатитов и фосфоритов в России и других странах. Фосфориты и апатиты как сырье для фосфатной промышленности. Классификация фосфорных удобрений, их состав и свойства.

Калийные удобрения

Роль калия в жизни растений. Значение калийных удобрений в повышении урожаев в различных почвенно-климатических зонах.

Круговорот и баланс калия в природе и хозяйстве. Месторождения калийных солей в разных странах.

Классификация калийных удобрений, их состав, свойства и применение.

Микроудобрения

Значение микроэлементов в жизни растений. Удобрения, содержащие бор, марганец, медь, молибден, цинк и другие микроэлементы.

Комплексные удобрения

Понятия о комплексных (смешанных, комбинированных и сложных) удобрениях. Их экономическое и агротехническое значение.

Состав, свойства и особенности применения комплексных удобрений.

Органические удобрения

Навоз. Значение навоза и других органических удобрений в повышении урожаев сельскохозяйственных культур и плодородия почв. Навоз как источник элементов питания для растений и его роль в круговороте питательных веществ в земледелии. Д.Н.Прянишников о роли навоза в связи с ростом производства минеральных удобрений. Значение навоза как источника пополнения почвы органическим веществом, повышения эффективности минеральных удобрений

Подстилочный навоз. Виды подстилки, ее значение, состав и применение. Способы хранения навоза, процессы, происходящие при этом, их оценки. Степени разложения навоза. Хранение навоза в навозохранилище и в поле.

Бесподстилочный навоз, свойства и применение. Приготовление, хранение и использование жидкого и полужидкого навоза. Особенности его применения.

Помет птиц, его состав, хранение и применение. Использование соломы на удобрение. Химический состав соломы. Технология и эффективность применения соломы.

Торф. Запасы торфа в стране. Виды и типы торфа, их агрохимическая характеристика. Заготовка и использование торфов в сельскохозяйственном производстве. Условия эффективного использования торфа на удобрение.

Сапропели, их химический состав и использование на удобрение.

Компосты и другие органические удобрения. Теоретическое обоснование компостирования. Химический состав различных компостов. Усвоение растениями азота, фосфора, калия, микроэлементов из компостов.

Использование городских, промышленных и сельскохозяйственных отходов на удобрение и техника их приготовления. Роль компостов в защищенном грунте.

Зеленое удобрение. Значение зеленого удобрения в обогащении почвы органическим веществом, азотом и другими питательными элементами. Значение зеленого удобрения для малоплодородных песчаных почв. Растения, возделываемые на зеленые удобрения (сидераты). Комплексное использование бобовых сидератов на корм и удобрение. Разложение зеленого удобрения в почве. Пути повышения эффективности зеленого удобрения.

2.2.2. Методические указания по изучению модуля

Для повышения урожайности применяются разнообразные органические и минеральные удобрения. Используя их необходимо знать их основные физические, химические и механические свойства, растворимость в воде, гигроскопичность, слеживаемость, предельную влагоемкость, рассеиваемость, гранулометрический состав, прочность гранул.

Необходимо знать содержание питательных веществ в основных органических удобрениях. Навоз и другие органические удобрения служат для растений источником, не только минеральных питательных веществ, но CO_2 «источником пищи для почвенных микроорганизмов при внесении удобрений».

Дать анализ всем органическим удобрениям – навоз, навозная жижа, торф, фекалии, птичий помет, компосты, сапропель, хозяйственные отходы, зеленое удобрение и др. Способы и условия хранения удобрений, внесение, нормы органических удобрений под сельскохозяйственные культуры.

Изучить классификацию азотных, фосфорных и калийных удобрений, их характеристику физического строения, процентное содержание в основных видах удобрений, методы определения NPK в почве.

Комплексные удобрения. Классификация комплексных удобрений по составу и способу производства.

2.2.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие вы знаете основные виды органических удобрений? Каково их значение для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур?
2. Каковы способы хранения навоза вы знаете? Какие изменения происходят при его хранении?
3. Какие типы торфа вы знаете, каковы их агрохимическая характеристика и
4. Какие растения возделывают в качестве сидератов? Каково действие зеленого удобрения на почву и растения?
5. Каков ассортимент азотных удобрений в нашей стране?
6. На какие основные группы подразделяются фосфорные удобрения?

7. В чем физиологические функции калия в растениях? В каких формах он содержится в почве?
8. Каков ассортимент промышленных калийных удобрений?
9. Какие микроудобрения наиболее широко применяются в сельском хозяйстве и в каких условиях они дают наибольший эффект?
10. Как подразделяют комплексные удобрения по составу и способу производства?
11. Как получают жидкие комплексные удобрения, каковы их характеристика и состав?
12. Что такое тукосмеси? Какие удобрения и почему нельзя смешивать?
13. Какие основные физико-химические удобрения вы знаете?

2.2.4. Задание для самостоятельной работы

1. Как определить количество получаемого в хозяйстве навоза? Рассчитать накопления навоза КРС – 150 голов.
2. Каким основным требованиям должен отвечать склад для хранения минеральных удобрений?
3. Ознакомиться с требованиями нормативно-технической документации к качеству твердых и жидких азотных удобрений.
4. Назвать основные месторождения добычи и переработки азотных, фосфорных и калийных удобрений.

2.3. Модуль 3.

Химическая мелиорация почв (известкование и гипсование)

2.3.1. Содержание модуля 3.

Значение химической мелиорации почв. Отношение разных сельскохозяйственных растений и микроорганизмов к реакции почвы.

Известкование кислых почв.

Определение нуждаемости в известковании. Расчет доз извести в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы. Виды известковых удобрений. Использование отходов промышленности для известкования почв. Агротехнические требования к известковым удобрениям.

Способы и сроки внесения известковых удобрений в почву. Длительность действия извести. Мелиоративное поддерживающее и опережающее известкование почв. Эффективность и особенности известкования почв в различных севооборотах. Оценка результативности известкования.

Определение необходимости мелиорирования щелочных почв и доз мелиорантов, сроки и способы их применения.

Содержание, сопутствующих элементов в химических мелиорантах и их значение для растений.

2.3.2. Методические указания по изучению модуля

Значительные площади в России занимают кислые и щелочные солонцовые почвы.

Для нейтрализации кислотности и повышения плодородия кислых почв основным мероприятием является известкование, а для устранения повышенной кислотности и улучшения свойств солонцовых почв – гипсование.

Ознакомиться с группами растений по отношению к реакции среды и по отзывчивости на известкование.

Изучить взаимодействие извести с почвой, классификацию известковых удобрений (твердые, мягкие известковые породы, известковые отходы промышленности).

Иметь представление о составлении картограммы кислотности почвы полей хозяйства.

Освоить методы расчета норм удобрений извести на основных почвах. Привести примеры расчета нормы известковых удобрений.

2.3.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Как относятся различные растения к кислотности почв и известкованию?
2. Как влияет известкование кислых почв на урожайность сельскохозяйственных культур?
3. Как определить нуждаемость почвы в известковании?
4. Какие материалы используют для известкования кислых почв? Какими способами и когда вносят известь?
5. На каких почвах необходимо гипсование в почве при внесении гипса?
6. Какие материалы используются для гипсования почв?

2.3.4. Задание для самостоятельной работы

1. Составить план известкования почвы в севооборотах: полевом – среднесуглинистые почвы; кормовом – супесчаные почвы; овощном – выщелоченный чернозем.
2. Назвать рекомендуемые дозы извести (CaCO_3 т на 1 га) для почв Центрального района Нечерноземной зоны при содержании гумуса не более 3%.
3. Привести формулы для расчета известкового материала (CaCO_3).

2.4. Модуль 4. Система удобрений

2.4.1. Содержание модуля.

Понятие о системе удобрения. Задачи системы удобрений. Баланс питательных веществ – основной критерий обоснования доз удобрений под

отдельные культуры. Разработки системы удобрения в севообороте в конкретных почвенно-климатических условиях.

Классификация методов определения оптимальных доз удобрений под сельскохозяйственные культуры:

а) методы определения доз удобрений на основе прямого использования результатов полевых опытов и агрохимических картограмм (паспортов полей);

б) балансово-расчетные методы определения доз удобрений на планируемый урожай или прибавку урожая на основании данных полевых и лабораторных исследований;

в) математические методы и применение ЭВМ при определении доз удобрений.

Вынос питательных веществ с урожаем. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы.

Разработка системы удобрения в севообороте при программировании урожаев и при ограниченных ресурсах удобрений: определение места и доз внесения органических удобрений, химических мелиорантов; определение доз внесения минеральных удобрений; введение поправок с учетом результатов баланса в конкретных почвенно-климатических условиях.

Годовые и календарные планы применения удобрений. Способы (допосевное, припосевное и послепосевное) и приемы (разброс, локальное, запасное и ежегодное) внесения удобрений. Рациональное применение удобрений в различных почвенно-климатических зонах при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

24.2. Методические указания по изучению модуля

Рациональная система удобрений, отвечает природным и организационно-экономическим условиям хозяйства.

Система удобрения подразделяется на 2 этапа:

- составление документа – рекомендации по применению удобрений с экономическим обоснованием;

- реализация этого документа на практике.

Студентом изучается взаимосвязь процессов превращения удобрений и мелиорантов в почвах, виды, классификацию, ассортимент, состав, свойства и особенности применения органических, минеральных удобрений, химических мелиорантов. Студент знакомится с методами расчета доз удобрений под основные культуры, сроков и способов применения удобрений, внесения мелиорантов под отдельные культуры.

Умеет проектировать общие схемы систем, годовые и календарные планы применения удобрений и мелиорантов агроценозов, составлять технологические схемы применения удобрений, контролировать и оценивать системы удобрения агроценозов на разных этапах разработки, освоения и реализации их в хозяйствах.

2.4.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы особенности питания и удобрения важнейших сельскохозяйственных культур: озимых и яровых зерновых злаков, кукурузы, зерновых бобовых, многолетних трав, технических культур (льна, картофеля, сахарной свеклы, хлопчатника)?
2. В чем заключаются особенности применения удобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур?
3. Как определяется потребность в азотных подкормках и дозы удобрения для получения сильного и ценного зерна пшеницы?
4. Каковы особенности применения удобрений в условиях орошаемого земледелия?
5. Как размещают органические и минеральные удобрения в севооборотах ведущими зерновыми и техническими культурами в основных районах возделывания этих культур?

2.4.4. Задание для самостоятельной работы

Составить календарный план внесения удобрений в полевом севообороте

Культура	Ориентировочный срок внесения	Способ внесения	Азотные		Фосфорные		Калийные	
			форма	всего туков, т	форма	всего туков, т	форма	всего туков, т
За весенний период								
		Всего за период	-		-		-	
За летний период								
		Всего за период	-		-		-	
За осенний период								

		Всего за период	-		-		-	
		Итого за год	-		-		-	

2.5. Модуль 5. Методы исследований в агрохимии

2.5.1. Содержание модуля 5.

Полевой опыт как основной метод изучения действия удобрений при разработке и обосновании рациональных систем и приемов использования удобрений. Различные виды полевого опыта. Основные методические требования к качеству полевого опыта. Схемы опытов и их обоснование. Особенности построения схемы полевых опытов при изучении действия удобрений в севообороте. Выбор участка, расположение и форма делянок. Повторность в опыте и ее значение.

Программа полевого опыта. Техника закладки и проведения полевого опыта с удобрениями. Методика учета урожая в полевом опыте и статистическая обработка результатов. Организация производственных опытов и учет эффективности удобрений в хозяйствах. Изучение, обобщение и внедрение опыта передовиков сельского хозяйства.

Значение вегетационных опытов при изучении вопросов питания растений, свойств почвы и применения удобрений.

2.5.2. Методические указания по изучению модуля

Полевой опыт с удобрениями – это опыт, проводимый в полевых условиях для определения действия удобрений на урожай сельскохозяйственных культур, его качества, а также на плодородие почвы.

С помощью полевого опыта оценивают эффективность удобрений в различных почвенно-климатических зонах при разных агротехнических условиях. Необходимо знать классификацию полевых опытов, типичность (репрезентативность), ведение документации, требования к выбору участка, подготовка участка и размещение опыта на участке, построение схем опытов с удобрениями, составление программы исследований.

Планомерное и последовательное проведение производственных опытов в условиях хозяйств.

Уметь проводить вегетационные опыты в искусственных условиях (защищенных от неблагоприятных условий). Владеть техникой закладки вегетационных опытов, песчаные, водные и малообъемные культуры.

2.5.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Какова роль полевых опытов в изучении действия удобрений, разработке и обосновании рациональных приемов их использования и системы применения удобрений в сельском хозяйстве?
2. Какое значение имеют полевые опыты с удобрениями в общей системе агрохимических исследований?
3. Какие основные методические требования предъявляют при планировании и проведении полевого опыта?
4. Что такое схема и программа опыта? Какие требования предъявляют к схеме полевого и вегетационного опыта с удобрениями?
5. Каков принцип составления схем полевых опытов?
6. Какие вопросы должны быть включены при разработке программы опыта по изучению действия удобрений на уровень и качество урожая сельскохозяйственных культур?
7. Каким требованиям должны удовлетворять участки для закладки полевого опыта?
8. Что такое рекогносцировочный и уравнительный посевы?
9. Какое значение имеют форма и размер делянки? Что такое повторность в опыте? Какое влияние оказывают основные элементы методики полевого опыта на ошибку эксперимента?

2.5.4. Задание для самостоятельной работы

1. Составить схему опытов уравнительного и рекогносцировочных посевов.
2. Составить схему систематического размещения вариантов в опыте.
3. Изобразить рендомизированное размещение блоков в опыте.

Раздел 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЁ ВЫПОЛНЕНИЮ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Комплекс мероприятий по накоплению, хранению и рациональному использованию всех удобрительных средств (органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов), обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев, улучшению качества выращиваемой продукции, увеличению производительности труда и повышению плодородия почвы, составляет сущность системы применения удобрений.

Система предусматривает правильное распределение удобрений по культурам севооборотов и другим угодьям в научно обоснованных количествах и сочетаниях, использование наиболее эффективных способов их внесения с учетом потребностей растений в элементах питания и фактического плодородия почвы.

Настоящие методические указания составлены для самостоятельного изучения и выполнения курсовой работы по системе применения удобрений.

Здесь даются конкретные методические указания по основным разделам разрабатываемой студентом системы применения удобрений. Учитывая, что значительная часть сведений опубликована в различных изданиях, нередко малодоступных студенту, в методических указаниях приводится необходимый справочный материал.

Студент выполняет курсовую работу по техническому заданию кафедры или по материалам конкретного хозяйства (или его подразделения, бригады, отделения), в котором он работает, осуществляя расчеты для одного из агроценозов.

При составлении методических указаний использованы информационные материалы и рекомендации профессора В.А. Михарева (1992).

Для выполнения курсовой работы необходимо придерживаться задания. В полученном задании не допускаются никакие изменения и исправления без разрешения преподавателя кафедры. Студент может внести дополнения в проектируемую часть (расчеты, таблицы и т. п.) исходя из особенностей хозяйства.

Курсовая работа должна быть выполнена грамотно, аккуратно, без исправлений и помарок.

Правильно выполненная работа рекомендуется к защите.

При защите студент обязан дать квалифицированные разъяснения по всем разделам разработанной им системы удобрения, обосновывая и подкрепляя их теоретическими знаниями.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1. НАКОПЛЕНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

При планировании применения удобрений следует изучить и учесть все конкретные возможности оптимизации минерального питания возделываемых растений, максимально приспособить круговорот веществ в земледелии для повышения урожайности и улучшения плодородия почв.

В работе должны найти отражение расчеты эффективного использования всех видов удобрительных средств органического происхождения, имеющих в хозяйстве и приобретаемых на стороне.

3.1.1. Биологический азот

Накапливается бобовыми культурами за счет фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями. От общего количества азота, содержащегося в бобовом растении (определяется по выносу), на долю фиксированного азота приходится в %: у люпина – 80, однолетних трав – 60 и многолетних бобовых трав – 70.

Обогащение почвы фиксированным азотом происходит за счет разложения растительных остатков бобовых культур.

Коэффициент использования этого азота примерно такой же, как и азота навоза:

1-я культура – 20 . . . 25%,

2-я культура – 15 . . . 20%,

3-я культура – 5 . . . 10%.

Расчет биологического азота состоит:

$$1. N_{\text{общ.}} = N_{\text{хоз.}} + N_{\text{остат.}},$$

где $N_{\text{общ.}}$ – общий азот, выносимый растениями;

$N_{\text{хоз.}}$ – хозяйственный азот, который содержится в товарной продукции;

$N_{\text{остат.}}$ – остаточный азот в пожнивных и корневых остатках.

$$2. N_{\text{хоз.}} = Y \times B,$$

где $N_{\text{хоз.}}$ – хозяйственный азот, который содержится в товарной продукции;

Y – урожайность (зерна, сена), ц, т/га;

B – вынос элементов питания по культурам.

Принято считать, что многолетние бобовые и бобово-злаковые травы оставляют на 1 т сена в виде корневых и пожнивных остатков 10 – 15 кг азота.

$$3. N_{\text{остат.}} = Y \times N_{\text{пожнивных остатков}},$$

где $N_{\text{остат.}}$ – остаточный азот в пожнивных и корневых остатках;

Y – урожайность (зерна, сена), ц, т/га;

$N_{\text{пожнивных остатков}}$ – часть азота биологического выноса содержащихся в пожнивных и корневых остатках.

$$4. N_{\text{биол.почв.}} = N_{\text{общ.}} + N_{\text{почв.}},$$

где $N_{\text{биол.почв.}}$ – биологический почвенный азот;

$N_{\text{общ.}}$ – общий азот, выносимый растениями;

$N_{\text{почв.}}$ – азот, содержащийся в почве.

Для создания биологического урожая используется до 1/3 азота из почвы.

$$N_{\text{почв.}} = 1/3 N_{\text{общ.}}$$

$$5. N_{\text{биол. для основного урожая (балансовый)}} = N_{\text{остаточной части}} - N_{\text{почв.}}$$

Пример: $N_{\text{общ.}} = N_{\text{хоз.}} + N_{\text{остат.}}$ (160 + 120 = 280)

$$N_{\text{почв.}} = 1/3 N_{\text{общ.}} = 208 : 3 = 93.$$

$$N_{\text{биол. для основного урожая (балансовый)}} = N_{\text{остаточной части}} - N_{\text{почв.}} = 120 - 93 = 27 \text{ кг в баланс.}$$

Примерное содержание N, P₂O₅ и K₂O в хозяйственной части урожая сельскохозяйственных культур, % от биологического выноса

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Многолетние травы (клевер с тимофеевкой)	48	48	52
Клевер 1-го года пользования	40	40	50
Клевер 2-го года пользования	40	40	47

Однолетние травы (вика, горох с овсом)	61	68	66
Зерновые	75	79	64
Картофель	71	72	79
Кукуруза на силос	80	82	71
Кормовые бобы на силос	76	85	70
Томаты	66	72	86
Огурцы	53	60	58
Капуста белокочанная	55	49	38
Лук-репка	67	73	80
Капуста цветная	25	21	27

а) Многолетние травы 1-го года пользования. В растительных остатках содержится примерно столько же (иногда в 1,5 раза больше) азота, сколько и в хозяйственной части урожая.

Пример расчета.

Исходные данные. Клевер, $U_T = 4$ т на га, $B = 20,2$ кг (по нормативу), $N_\phi = 70\%$.

$$N_\phi = \frac{4 \times 20,2 \times 70}{100} = 56,6 \text{ кг на га.}$$

б) Многолетние травы 2-го и 3-го года пользования при уборке 1 т сена оставляют в составе растительных остатков 10 – 15 кг азота на га.

Пример расчета.

Исходные данные те же, $B = 15$ кг.

$$N_\phi = \frac{4 \times 15 \times 70}{100} = 42 \text{ кг на га}$$

в) Однолетние бобовые накапливают в растительных остатках азот в 2 раза меньше, чем в хозяйственной части урожая.

Пример расчета.

Исходные данные. Горох, $U_T = 2$ т на га, $B = 52,3$ (по нормативу), $N_\phi (\% = 60$.

$$N_\phi = \frac{2 \times (52,3 : 2) \times 60}{100} = 31,4 \text{ кг на га}$$

3.1.2. Навоз

Выход подстильного навоза определяют различными способами.

Первый способ основан на том, что примерно половина сухого вещества корма (К) переваривается животным, а вторая часть идет в навоз. В него переходит и все сухое вещество подстилки (П). Так как свежий навоз содержит

только $\frac{1}{4}$ сухого вещества и $\frac{3}{4}$ воды, то выход навоза (Н) в 4 раза больше составляющих его компонентов:

$$H = \left(\frac{K}{2} + П \right) \times 4.$$

Второй способ учитывает выход навоза от одной головы в зависимости от количества подстилки (табл. 1) и продолжительности стойлового периода с последующим пересчетом на все поголовье:

$$H = \frac{B_d \times D_c \times Ч_c}{1000},$$

где B_d – выход свежего навоза в кг за 1 день; D_c – длина стойлового периода в днях; $Ч_c$ – численность стада (поголовье); 1000 – коэффициент для перевода в тонны.

Таблица 1

Примерное количество свежего навоза, накапливаемого за 1 сутки от одного животного, кг

Вид скота	Норма подстилки, кг (солома)					
	Крупный рогатый	28	32	37	39	42
Лошади	21	24	25	26	27	28
Свины	4,7	8	9	–	–	–
Овцы, козы	4	5	-	-	-	-

При подсчете к одной голове крупного рогатого скота (по выходу навоза) приравнивают соответственно 1,5 лошадей, 2 головы молодняка до двух лет, 3 – 5 телят, 4 – 5 взрослых свиней, 10 овец.

Выход бесподстилочного навоза зависит от количества выделений экскрементов (кала и мочи) животными и степени разбавления навоза водой (табл. 2).

Таблица 2

Примерный выход экскрементов (кал + моча) и потребность в воде на одно животное в сутки

Вид скота	Количество экскрементов, кг
Крупный рогатый на откорме	13 – 33
Дойные коровы	55
Телята и молодняк	7 – 14
Нетели	27 – 40
Свины взрослые и на откорме	7 – 9
Ремонтный молодняк	3

Общее количество бесподстилочного ($H_{бп}$) навоза в m^3 определяют по формуле:

$$H_{бп} = \frac{Э_{км} \times D_c \times Ч_c}{1000},$$

где $Э_{км}$ – количество экскрементов (кал + моча) в полужидком виде за сутки от одного животного, кг;

V – суточная норма воды на одного животного, л;

D_c – длина стойлового периода, дни;

$Ч_c$ – численность стада (поголовье);

1000 – коэффициент для перевода в m^3 .

При расчетах 1 m^3 полужидкого навоза приравнивается к 0,9 т, а жидкого – 0,95 т.

При изучении курса и разработке системы применения удобрений надо внимательно отнестись к мерам борьбы с потерями органического вещества и

азота при хранении навоза. При расчетах следует учитывать следующие средние размеры потерь (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Потери органического вещества, азота и жижи из подстилочного навоза за 4 месяца хранения

Способ хранения	На соломенной подстилке			На торфяной подстилке		
	органического вещества	азота	жижи	органического вещества	азота	жижи
Рыхлое	32,6	31,4	10,5	40,0	25,2	4,3
Рыхлоплотное	24,6	21,6	5,1	32,9	17,1	3,4
Плотное	12,2	10,7	1,9	7,0	1,0	0,6

Таблица 4

Потери органического вещества и азота из бесподстилочного навоза

Навоз	Навозохранилище	Потери в %, к исходному количеству при хранении			
		органического вещества	азота	органического вещества	азота
Полужидкий	Закрытое	0	2,2	20,8	5,7
	Открытое	8,0	8,2	13,8	5,8
Жидкий	Закрытое	6,0	3,3	12,0	2,1
	Открытое	5,3	0,0	10,0	0,0

3.1.3. Зеленое удобрение

Применяется для обогащения почвы органическим веществом, при разложении которого накапливаются питательные вещества, главным образом азот. Для этой цели выращивают растения – сидераты, обычно из семейства бобовых (люпин, донник, сераделла, чина, бобы и др.), которые накапливают азот за счет фиксации.

Количество питательных веществ зависит от сидерата, способа его выращивания, урожайности.

Для расчетов можно взять справочные данные. Коэффициенты использования фосфора и калия зеленого удобрения приравниваются к навозу, а азота – в два раза выше. По данным ВИУА коэффициент использования азота зеленого удобрения в первый год действия составлял 22 – 27%.

3.1.4. Торф

Наиболее целесообразно применять в составе компостов, в виде подстилки для получения подстилочного навоза.

Направление использования зависит от типа торфа и способа его приготовления.

Удобрительные свойства торфа зависят от входящих в его состав компонентов (органических и минеральных веществ, воды), соотношение которых сильно варьирует. Поэтому для расчетов целесообразно использовать данные о составе конкретного торфа, применяемого в хозяйстве. Ориентировочные сведения можно получить из соответствующих справочников, некоторые данные приводятся в таблице 5.

3.1.5. Солома

Является важным источником органических удобрений. Ее использование должно неуклонно увеличиваться. Содержание органического вещества в соломе довольно высокое, что предопределяет ее значение в пополнении запасов гумуса в почве. Недопустимо сжигание соломы, что ведет к безвозвратной потере органического вещества.

Солома может использоваться самостоятельно: измельченную солому разбрасывают по полю, а затем запахивают, и в составе компостов. При самостоятельном использовании добавляют азотсодержащие минеральные или органические удобрения для устранения иммобилизации азота (15 кг N на 1 т соломы).

3.1.6. Другие органические материалы

Применяются способ, дозы, сроки и т. д. после соответствующей их подготовки, обычно в составе компостов. Для расчетов используют данные об их составе.

Таблица 5

Содержание питательных веществ в органических материалах, кг на 1 т

Материал	Азот	Фосфор	Калий
Навоз подстилочный			
смешанный	5	2,5	6,0
крупного рогатого скота	4,5	2,3	5,9
свиной	4,5	1,9	6,0
конский	5,8	2,8	6,3
овечий	8,3	2,3	6,7
Навоз бесподстилочный			
крупного рогатого скота	4,0	0,6	4,6
свиной	6,5	1,4	2,7
Помет куриный	7 ... 19	15 ... 20	8 ... 10
Торф низинный	23 ... 33	1,2 ... 5,0	<1,5
Сапропель			
малозольный	34	1,4	
среднезольный	26	1,8	
высокозольный	16 ... 19	1,9	
Солома			
ржи озимой	4,5	2,6	10,0
пшеницы озимой	5,0	2,0	9,0
яровой	5,6	2,0	7,5
овса	6,5	3,5	16,0
ячменя	5,0	2,0	10,0
гороха	14,0	3,5	5,0
Ботва картофельная	3,0	1,0	8,5
Древесные листья	14	2,6	3,0
Опилки	2	3,0	7,4
Зеленое удобрение (люпин)	4,5	1,2	1,7
Фекалии	11	2,6	2,2

3.1.7. Определение удобрительной ценности органических материалов

Следует учитывать два показателя: содержание питательных веществ и характер минерализации органического вещества.

Эти показатели зависят от вида и технологии получения органических материалов.

Для расчетов используются материалы непосредственно агрохимического анализа органического материала или данные из соответствующих справочников (в % или весовых единицах).

Примерное содержание основных элементов питания указано в таблице 5.

Необходимо определить общее количество питательных веществ в органических удобрениях, используемых в севообороте для воспроизводства и оптимизации содержания гумуса в почве. Затем надо внести соответствующие поправки на коэффициенты использования питательных веществ органических удобрений в 1-й, 2-й и 3-й годы после внесения. Эти данные будут приняты в расчет обеспеченности запланированной урожайности питательными веществами и определения доз минеральных удобрений.

Разложение (минерализация) органического вещества зависит от содержания в нем азота и других соединений, оказывающих влияние на жизнедеятельность микрофлоры.

При достаточном содержании азота и небольшом количестве клетчатки микроорганизмы разлагают органическое вещество, используя находящийся в нем азот. В почве накапливаются доступные для растений формы питательных веществ.

Если в органическом материале мало азота, то при значительном количестве клетчатки микроорганизмы для разложения органического вещества используют азот из почвы, что ухудшает снабжение растений этим элементом (иммобилизация азота).

Следовательно, превращение органического вещества прежде всего зависит от отношения С : N. Для нормального разложения отношение С : N должно быть 20...25. Более узкое соотношение этих элементов приводит к минерализации азотистых соединений, а более широкое усиливает процесс иммобилизации азота. От этого зависит удобрительная ценность органических удобрений.

Отношение С : N определяют по формуле:

$$C : T = \frac{\% \text{ органического вещества в удобрении}}{2 \times \% \text{ общего азота в удобрении}}$$

Содержание органического вещества получают при проведении агрохимического анализа или справочника.

Примерные данные для некоторых органических материалов представлены ниже:

Материал	Органическое вещество, %
Навоз подстилочный	
крупного рогатого скота	21
свиной	22
конский	23
овечий	28
Навоз бесподстилочный	
крупного рогатого скота	8-10
свиной	8
Солома	
зерновых	82
бобовых	81
Торф низинный	10-15
Зеленое удобрение	20
Помет куриный (свежий)	50
Сапропель (на сухое вещество)	
малозольный	80
среднезольный	60
высокозольный	26

Пример расчета.

Удобрение	Содержание %		C : N
	органического вещества	азота	
Навоз подстилочный	21	0,5	21 (2X0,5) = 21
бесподстилочный	10	0,4	10: (2X0,4) = 12,5
Помет	50	1.5	50: (2X1,5) = 16,7
Солома	82	0,5	82: (2X0,5) = 80
Сапропель	80	3,5	80: (2X3,5) = 11,4

Расчеты показывают, что наибольшим первоначальным удобрительным действием отличается навоз бесподстилочный и помет (узкое отношение C:N). Небольшое отношение C : N у сапропеля представлено трудноразлагающимися соединениями и доступных соединений азота в нем в 2-3 раза меньше, чем в навозе. В этом причина невысокой удобрительной ценности сапропеля (и подстилочных органических материалов). Для повышения концентрации

доступного азота и, следовательно, эффективности сапропеля требуется применять высокие (в 3 раза больше, чем навоза) дозы.

Солома имеет очень широкое отношение С : N. Чтобы избежать иммобилизации азота, необходимо сузить отношение С : N путем добавления других азотсодержащих удобрений.

Для этого необходимо определить потребное количество азота.

Пример расчета.

1. Для уменьшения отношения С : N надо увеличить содержание азота как минимум до 2%. В этом случае будет $C:N = 82:(2 \times 2) = 20,5$.

2. На каждые 100 кг соломы надо добавить 1,5 кг азота ($2 - 0,5 = 1,5$), а на 1 т – 15 кг N.

3. При внесении соломы в дозе, например, 4 т на га потребуются 60 азота. Это может быть обеспечено внесением 1,8 ц аммиачной селитры (34% N) – $60:34=1,8$ ц.

3.2. ВОСПРОИЗВОДСТВО И ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОДородИЯ ПОЧВЫ

Разработанная система удобрения должна обеспечивать воспроизводство и оптимизацию плодородия почвы на каждом поле – основы последовательного роста урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности севооборота в целом.

3.2.1. Воспроизводство и оптимизация содержания гумуса в почве

Количество и качество гумуса оказывает существенное влияние на основные свойства почвы, запас и доступность питательных веществ, санитарное состояние. Поэтому система удобрений в севообороте должна предусматривать не только бездефицитный баланс гумуса, но и накопление в почве соответствующих полей, оптимизацию его содержания. Для этого необходимо выполнить ряд расчетов.

В зависимости от степени интенсификации земледелия (удельный вес пропашных, зерновых, бобовых трав, наличия чистых паров, применение минеральных удобрений, орошение и т. д.) и почвенно-климатических условий потери гумуса от его минерализации могут составлять ежегодно 0,4 – 4,0 т с 1 га.

Восполнение потерь осуществляется за счет гумификации органического вещества пожнивных и корневых остатков, но главным образом, внесения органических удобрений.

Расчеты по поддержанию бездефицитного и положительного баланса гумуса основываются на следующих средних данных (табл. 6).

Таблица 6

Показатели минерализации гумуса, восполнение его потерь за счет пожнивных и корневых остатков и коэффициент гумификации навоза

	Ежегодная минерализация гумуса в почве, т на 1 га				Восполнение гумуса за счет пожнивных и корневых остатков, т на 1 га			Коэффициент гумификации навоза, %
	Под многол. травами	Под зерновыми	Под пропашными	В чистом пару	Зерновых	пропашных	Многолет. травы	
Центральный р-н Нечерноземья	0,4	1,0	1,5	1,7	0,6	0,2	0,6	20
Центрально-Черноземная зона	-	0,7	2,0	2,2	0,5	0,25	0,8	30
Поволжье	-	0,5	2,0	2,2	0,4	0,2	0,6	25
Северный Кавказ	-	0,7	2,5	2,8	0,7	0,35	0,8	25
Беларусь	0,6	1,0	2,0	2,2	0,5	0,25	0,8	20

Как видно, большую часть гумуса необходимо восполнять за счет органических удобрений. От 1 т навоза, содержащего 200 – 250 кг сухого органического вещества, с учетом гумификации образуется 35 – 50 кг гумуса. Исходя из этого, нетрудно подсчитать ежегодную дозу удобрения в среднем на 1 га пашни в севообороте для создания бездефицитного или положительного баланса гумуса в почве. Такой баланс имеется на полях с посевом многолетних трав, где количество гумуса, восполняемого за счет пожнивных и корневых остатков к потерям его из-за минерализации, равно 1, а при хороших урожаях – выше.

В севооборотах обычно складывается отрицательный баланс гумуса. Поэтому необходимо спланировать мероприятия по восполнению потерь с тем, чтобы поддерживать содержание гумуса на определенном уровне.

На полях, где содержание гумуса низкое, требуются мероприятия не только для поддержания имеющегося уровня гумусированности почвы, но и для наращивания его содержания до оптимальной в данных условиях величины.

При оптимизации содержания гумуса необходимо придерживаться рекомендаций научно-исследовательских учреждений. При этом надо установить нижний уровень содержания гумуса, за пределами которого недостаток его в почве сдерживает формирование высоких и устойчивых урожаев и снижает эффективность агротехнических мероприятий.

Надо придерживаться рекомендуемых доз и периодичности внесения органических удобрений для агрохимического окультуривания полей (табл. 7). Разумеется, могут быть и изменения в связи с особенностями хозяйства.

Таблица 7

Дозы внесения подстилочного навоза в полях агрохимического окультуривания (Химизация в отраслях АПК: Справочник. М., 1989)

Почвы	Содержание гумуса, %	Периодичность внесения	Доза, т под озимые зерновые	на га под картофель, силосные, корнеплоды, овощные
Дерново-подзолистые песчаные	1,0	раз в 3 года	60	80
	1,0.-1,5		50	70
	1,5...2,0		50	60
супесчаные	1,2	раз в 4 года	60	80
	1,2....1,8		55	70
	1,8...2,5		50	60
	2,5		40	50
легкосуглинистые и среднесуглинистые	1,5	раз в 5 лет	60	80
	1,5...2,0		55	70
	2,0...2,8		50	60
Тяжелосуглинистые и глинистые	1,8	раз в 6 лет	70	80
	1,8...2,2		60	80
	2,2...3,0		50	60
	3,0		40	50
Серые лесные песчаные и супесчаные	1,5	раз в 4 года	60	70
	1,5...2,5		50	60
	2,5...3,0		50	50
	3,0		40	50
суглинистые и глинистые	2,0	раз в 5 лет	60	70
	2,0...2,5		55	60
	2,5...3,5		50	60
	3,5		40	50

3.2.2. Оптимизация фосфатного и калийного режимов почв

Устойчивое выращивание высоких урожаев обеспечивается оптимизацией пищевого режима почвы.

Оптимизация азотного питания осуществляется за счет окультуривания почвы, обеспечения растений доступными формами азота путем применения органических и минеральных удобрений, накопления биологического азота.

Установлены оптимальные уровни содержания доступных форм фосфора и калия в почве для разных почв и севооборотов. Средние данные приведены в табл. 8, их следует использовать для расчетов.

Таблица 8

Рекомендуемое содержание фосфора и калия для основных севооборотов на различных почвах; при агрохимическом окультуривании полей

Тип почвы (метод определения)	Вид севооборота	Содержание (мг на 1 кг почвы)	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4
Дерново-подзолистые (по Кирсанову)	Зернотравяной	150	150
	Зернольнотравяной	150	150
	Зернокартофельный	200	250
	Кормовой прифермский	200	250
	Сенокосно-пастбищный	150	150
	Овощной	250	300
Серые лесные (по Кирсанову)	Зернотравяной	150	150
	Зернокартофельный	200	250
	Зерносвекловичный	250	250
	Сидеральный	150	120
	Кормовой прифермский	200	250
	Овощной	250	300
Черноземы обыкновенные, оподзоленные, типичные (по Чирикову)	Зернопаровой	150	200
	Зернопаропропашной	200	250
	Кормовой	200	300
	Овощной	300	300
Черноземы приазовские и предкавказские (по Мачигину)	Зернопаровой	30	
	Зернопаропропашной	35	
	Зерносвекловичный	30	
Каштановые (по Мачигину)	Зернопаропропашной	25	

Оптимизация обеспеченности почв доступными питательными веществами является обязательным условием эффективного внедрения интенсивных технологий.

Для достижения необходимого уровня содержания фосфора и калия в почве необходимо внести установленное количество фосфора и калия в составе органических и минеральных удобрений. Нормативы затрат P_2O_5 и K_2O представлены в табл. 9. Указанные величины даны в расчете на 20-сантиметровый слой почвы.

Если берется иной слой почвы, то норма внесения соответственно уменьшается или увеличивается, например, при слое 30 см в 1,5 раза и т. п.

Минеральные (фосфорные и калийные) удобрения могут вноситься в запас.

В опытах ВИУА преимущество одноразового (периодического) внесения фосфорного удобрения перед ежегодным было выявлено на дерново-подзолистой почве с низкой обеспеченностью подвижным фосфором. На почве с оптимальным содержанием подвижного фосфора преимущества одноразового внесения не обнаружено (О. В. Сдобникова, 1985).

Таблица 9

Нормативы затрат питательных веществ на увеличение содержания фосфора и калия на 10 мг/кг почвы (слой 0 – 20 см) при одновременном внесении удобрений, кг на 1 га сверх выноса

Тип почвы	Гранулометрический (механический) состав	Нормы		Метод определения
		P ₂ O ₅	K ₂ O	
Дерново-подзолистые	1	50–60	40–60	по Кирсанову
	2	70–90	60–80	»
	3	100–120	80–100	»
Глеевые	в среднем	150–160	–	»
Серые лесные	1	70–80	60–70	»
	2	90–110	70–80	»
	3	120–140	80–90	»
Черноземы оподзоленные	1	80–90	80–90	по Чирикову
Черноземы выщелоченные	2	90–100	80–90	»
	3	100–120	80–90	»
Черноземы мощные обыкновенные и типичные	1	90–100	–	»
	2	100–110	–	»
	3	120–130	–	»
Черноземы приазовские и предкавказские	в среднем	110–130	–	по Мачигину
Каштановые	»	90–110	–	

Примечание: 1 – песчаные и супесчаные, 2 – суглинистые, 3 – глинистые и тяжелосуглинистые почвы.

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах, легких по гранулометрическому (механическому) составу, калийные удобрения вносить в запас не рекомендуется. В данном случае оптимальное содержание калия должно обеспечиваться запасным внесением органических удобрений и систематическим применением калийных.

Доза питательного вещества рассчитывается с учетом его суммарного поступления с органическими и минеральными удобрениями (сверх выноса). Она зависит от фактического и заданного содержания фосфора и калия в почве, затрат питательных веществ на увеличение содержания этих элементов на 10 мг на 1 кг почвы.

Пример расчета по фосфору для суглинистой дерново-подзолистой почвы III класса обеспеченности подвижными формами питательных веществ (зернотравяной севооборот).

- а) Поле №...
- б) Заданное содержание P_2O_5 в почве, мг на 1 кг почвы – 150.
- в) Фактическое содержание P_2O_5 в почве, мг на 1 кг почвы – 80.
- г) Вносится P_2O_5 сверх выноса при положительном балансе гумуса в составе органических удобрений за ротацию севооборота, мг на 1 кг почвы – 30.
- д) Недостает, для создания заданного уровня P_2O_5 , мг на 1 кг почвы:

$$150 - (80+30) = 40.$$
- е) Норма затрат питательных веществ на увеличение содержания P_2O_5 на 10 мг на 1 кг почвы, кг на 1 га – 80.
- ж) Требуется внести питательных веществ для достижения заданного содержания P_2O_5 , кг на 1 га:

$$\frac{40 \times 80}{10} = 320$$

Такой расчет студент должен сделать для полей севооборота с невысоким содержанием подвижного фосфора или обменного калия в почве, на которых надо создать необходимый уровень эффективного плодородия для получения высоких урожаев.

Требуется указать, какие удобрения используются для оптимизации, их количество, способы и сроки внесения. Учитываются также биологические особенности культур. Высокие дозы вносят под культуры, наиболее требовательные к данному элементу питания и хорошо отзываются на действие удобрений. Например, озимые зерновые, картофель, сахарная свекла, овощные отличаются требовательностью к фосфору. Поэтому внесение фосфорного удобрения непосредственно под эти культуры существенно повышает урожайность. Последствие фосфорных удобрений на эти культуры менее эффективно. Напротив, лен, ячмень, однолетние и многолетние травы примерно одинаково отзываются как на непосредственное внесение фосфорных удобрений, так и на удобрение предшествующей культуры. Необходимо подчеркнуть, что дозы удобрений для оптимизации почвенного плодородия устанавливаются сверх выноса питательных веществ растениями, который компенсируется дозами для выращивания запланированного урожая.

3.2.3. Оптимизация реакции почвенной среды, известкование почв

Необходимость известкования и количество вносимого известкового удобрения зависят от свойств почв и биологических особенностей культур в севообороте.

Для разных севооборотов устанавливаются оптимальные интервалы реакции почвы, в пределах которых обеспечивается продуктивное развитие возделываемых растений. Можно использовать следующие ориентировочные значения рН для севооборотов различной специализации, которые могут уточняться в конкретных условиях (табл. 10).

Оптимальные значения рН в зависимости от гранулометрического
(механического) состава и севооборота

Почвы дерново-подзолистые	Полевые с львом, кар- тофелем	Полевые с картофелем, многолетними травами	Овощные, кормовые с куль- турами, особо чувствительными к кислотности
Песчаные, супесчаные	5,0...5,5	5,2...5,8	5,5...6,0
Легко- и среднесуглинистые	6,3...5,8	5,5...6,0	6,0..6.5
Тяжелосуглинистые, глинистые	5.5...6.0	5,3...6,3	6,5...7,0
Торфяные	4,6...4,8	4,8...5,5	5,0...5,8

В первую очередь известкуют сильнокислые, а в последнюю – слабокислые почвы. При этом почвы с более высокой степенью насыщенности основаниями слабее нуждаются в известковании. Тяжелые, богатые гумусом почвы сильнее противостоят сдвигу реакции в кислую или щелочную сторону. Поэтому здесь при равных значениях кислотности почвы дозы извести должны быть выше, чем на бедных органическим веществом почвах, которые имеют невысокие показатели буферных свойств.

Дозы извести устанавливают в соответствии с требованиями растений к кислотности почвы. В полевых зерновых севооборотах с многолетними травами необходимо известковать полной дозой под покровную культуру или под наиболее чувствительные к кислотности растения: яровую пшеницу, ячмень, горох, кукурузу.

В севооборотах со льном известь лучше вносить под покровную для многолетних трав культуру, если травы являются предшественниками льна. В других случаях известкование целесообразно приближать к посевам этой культуры. В севооборотах с картофелем дозу извести уменьшают, а известкование приближают к посадке картофеля. Это предотвращает поражение клубней паршой обыкновенной. Положительное влияние на качество льна и картофеля оказывают магний содержащие (доломитовая и магниевая известковая мука) и силикатные (сланцевая зола, металлургические шлаки) известковые удобрения.

В овощных и кормовых севооборотах вносят полную дозу извести за один прием (под капусту, корнеплоды, клевер, зерновые, бобовые).

Дозу извести лучше устанавливать по гидролитической кислотности (H_T). При этом полная доза (в т $CaCO_3$ на 1 га) определяется по формуле: доза $CaCO_3 = H_T \times 1,5$.

Установлено, что довести реакцию почвы до слабокислой можно, если устранить $\frac{2}{3}$ гидролитической кислотности. В этом случае доза извести численно равна гидролитической кислотности (H_r), выраженной в миллиэквивалентах на 100 г почвы.

Следовательно, доза извести может соответствовать гидролитической кислотности или составлять часть ее.

Гумус оказывает некоторое защитное действие на растения против кислотности почв. Поэтому дозы извести на почвах с повышенным содержанием гумуса могут быть снижены. При определении дозы извести можно исходить из следующих долей от гидролитической кислотности.

Почвы	Гумус, %	Поправочный коэффициент ($K_{п}$)
дерново-подзолистые	1...3	0,66...0,75
серые лесные	3...5	0,5
темно-серые лесные	6...8	0,33
черноземы оподзоленные-	8...12	0,25

На основании исследований предложены следующие дозы извести в долях гидролитической кислотности с учетом ведущих культур севооборота и гранулометрического (механического) состава почв:

Севообороты	Поправочный коэффициент ($K_{п}$)	
	тяжело- и среднесугли- нистая почва	песчаная, супесчаная, легко- и среднесугли- нистая почва
полевые с многолетними травами и зерновыми, кормовые, овощные	1,0...1,5	1
полевые с многолетними травами и льном	0,5...0,25	0,5...0,25
полевые с картофелем	0,75...0,5	0,5

Расчет делают по формуле:

$$CaCO_3 = H_r \times K_{п}$$

Дозу извести можно определять по величине рН солевой вытяжки с учетом гранулометрического (механического) состава почвы. Для этого используют справочные таблицы, разрабатываемые научно-исследовательскими учреждениями (табл. 11).

Рекомендуемые дозы извести (CaCO_3 т на 1 га) для почв
Центрального района Нечерноземной зоны при содержании гумуса
не более 3%

Гранулометрический (механический) состав почвы	рН в КС1 вытяжке								
	3,8-3,9	4,0-4,1	4,2-4,3	4,4- 4,5	4,6- 4,7	4,8- 4,9	5,0- 5,1	5,2- 5,3	5,4- 5,5
Песчаные	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	-
Супесчаные	7,0	5,5	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	-
Легкосуглинистые	8,0	6,5	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистые	9,0	8,0	6,5	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистые	10,5	9,5	7,5	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Глинистые	14,5	10,5	9,0	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5

При определении доз по N_r и $pH_{КС1}$ (табличные данные) могут иметь расхождения. В таких случаях принимают более высокую дозу извести.

Табличные дозы извести составляют 75% от дозы установленной по N_r .

При определении дозы известковых материалов (физическая масса) дается поправка на содержание в них действующего вещества (CaCO_3), количество примесей, влажность известкового материала.

Для этого используют следующую формулу:

$$D = \frac{N \times 1000000}{(100 - B) \times (100 - K) \times П}$$

D – количество известкового материала, т на 1 га;

N – доза чистого и сухого углекислого кальция (CaCO_3), установленная по кислотности почвы, для внесения в почву, т на 1 га;

B – влажность известкового материала, %;

K – количество примесей более 1 мм для известковой и доломитовой муки и более 4 мм для гажы, туфа, %;

$П$ – содержание CaCO_3 на абсолютно сухое вещество, %.

Пример расчета.

а) Доза CaCO_3 , найденная по кислотности почвы – 3 т на 1 га.

б) Влажность удобрения – 5%.

в) Содержание частиц более 1 мм – 10%.

г) Содержание CaCO_3 на абсолютно сухое вещество удобрения (известковая мука) – 80%.

д) Искомая доза известковой муки равна:

$$D = \frac{3 \times 1000000}{(100 - 5) \times (100 - 10) \times 80} = 4,4 \text{ т на 1 га}$$

3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В УДОБРЕНИЯХ В СЕВООБОРОТЕ

Оптимальные дозы удобрений являются важным элементом системы применения удобрений. Они обеспечивают непосредственное управление формированием запланированного урожая. Вместе с этим нельзя планировать рост урожайности только за счет увеличения доз без решения задач по окультуриванию полей и совершенствованию технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому очень важно не перейти уровня рентабельности применения доз удобрений.

Основными показателями для определения доз удобрений являются:

- а) потребность выращиваемого растения в питательных элементах (вынос питательных элементов);
- б) запас питательных элементов в почве;
- в) коэффициент использования питательных элементов из почвы и из удобрений.

3.3.1. Потребность в питательных элементах

Потребность в питательных элементах (вынос) в настоящее время определяют по нормативным показателям выноса, которые устанавливаются и систематически корректируются научно-исследовательскими учреждениями (табл. 12). При отсутствии нормативов можно использовать данные о выносе питательных элементов единицей урожая, которые могут быть получены на основе химического состава выращенной массы растения.

3.3.2. Запас питательных элементов в почве

Запас питательных элементов в почве определяют по результатам агрохимического обследования. Запас каждого элемента питания (П_{НРК}) зависит от его содержания (С_{НРК}, мг на 1 кг почвы) и плотности почвы, которая учитывается в расчетах с помощью коэффициента (М) пересчета запаса элемента в кг на 1 га в связи с разной плотностью почвы. Обычно используют усредненный коэффициент, равный 3,0.

Расчет делают по формуле $P_{НРК} = C_{НРК} \times 3,0$ кг на га.

Картограммы обеспеченности почв отражают содержание элементов питания, имеющих в гумусе.

Расчет ведется следующим образом.

Таблица 12

Нормативные показатели выноса питательных веществ сельскохозяйственными культурами, кг на 1 т
основной продукции с учетом побочной (B_{NPK})

Культура	Нечерноземная зона (средние показатели) (Центр, р-н)			Центрально- Черноземная зона			Поволжье			Северный Кавказ			Уральский район		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пшеница озимая	35	12	26	22,7	8,3	14,9	25,7	7,2	20,3	28,9	9,0	20,9			
яровая	38	12	25	29,2	9,7	17,4	29,6	11,5	20,3				30,1	9,8	21,0
Рожь озимая	30	12	28				26,0	10,5	25,5				28,3	9,7	22,4
Ячмень	27	11	24	23,6	9,3	15,5	26,9	9,5	23,4	25,7	9,5	25,1	93,3	9,3	20,1
Овес	30	13	29				30,9	8,0	20,5				24,9	8,7	30,7
Кукуруза (на зерно)										27,1	9,0	21,3			
(на силос)				3,5	1,1	3,5	3,1	1,0	4,4	2,6	0,8		2,5	0,7	3,8
Просо							22,9	7,0	28,5	23,4	6,3	15,3			
Гречиха													26,8	11,7	47,0
Горох	30	16	20	34,7	7,5	23,4	58,9	12,9	42,3						
Лен-долгунец	56,1	19,2	74,5												
Свекла сахарная	5,9	1,8	7,5	4,3	1,2	5,8				3,7	1,1	4,3			
кормовая	4,9	1,5	6,7												
Картофель	6,0	2,0	9,0				6,3	2,0	8,3						
Травы (однолетние)	15	6,5	25	22,9	5,8	20,9	17,5	6,0	25,6				20,9	7,4	25,3
(многолет. злаки)	6,3	1,5	7,6												
(многолет. Клевер)	14	6	20										20,3	3,2	20,2
Рапс (на семена)	55,0	30,0	60,0												55,0
(на зеленую массу)	3,5	1,0	6,0												3,5
Капуста	3,4	1,3	4,4	2,5	0,8	3,1							3,0	0,5	2,8
Морковь	3,2	1,2	5,0												2,9
Столовая свекла	2,7	1,5	4,3												2,5
Томат	3,2	1,1	4,0	3,5	2,6	2,9									2,9
Огурец	2,8	1,4	4,4							3,6	2,6	2,9			

Таблица 13

Обеспеченность почв элементами питания, мг на 1 кг почвы

Класс	Обеспеченность	P ₂ O ₅ методом			K ₂ O методом				N легкогидролизуемый методом Тюрина и Кононовой		
		Кирсанова	Чирикова	Мачигина	Кирсанова	Чирикова	Мачигина	Масловой	pH < 5,0	pH 5...6	pH > 6,0
I	очень низкая	<25	<20	<10	<40	<20	<110	<50	<40	<30	<5
II	низкая	25...50	20...50	11...15	41...80	21...40	101...200	5...100	<50	<40	<8
III	средняя	51...100	51...100	16...30	81...120	50...80	201...300	101...150	51...70	41...50	9...16
IV	повышенная	101...150	101...150	31...45	121...170	90...120	301...400	151...200	71...100	51...70	16...30
V	высокая	151...250	151...200	46...60	171...250	130...180	401...600	201...300	101...140	71...100	31...60
VI	очень высокая	>250	>200	>60	>250	>180	>600	>300	>140	>100	>60

При содержании в почве гумуса, например 2%, его запасы будут равняться $Z_n = (2 \times 3) \times 10 = 60$ т на 1 га. Поскольку в гумусе содержится 5% азота, то его общее количество в почве составит 3 т на 1 га. По обобщенным данным ВИУА, в дерново-подзолистых почвах среднее содержание легкогидролизуемого азота составляет 4 – 7% общего количества. Рассчитывать лучше по минимальному значению – 4%. Тогда количество легкогидролизуемого азота в почве будет определяться величиной: $\frac{3 \times 4}{100} = 0,12$ т или 120 кг на 1 га.

При оценке почв по содержанию питательных элементов придерживаются следующей классификации (табл. 13).

Для ряда расчетов (доз удобрений, баланса питательных элементов и т. п.) рекомендуется подготовить таблицу (приводится в проектной части) обеспеченности запланированной урожайности питательными элементами почвы и органических удобрений на конкретных полях севооборота.

3.3.3. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений

Коэффициенты использования питательных элементов из почвы и удобрений, которые устанавливаются по результатам полевых и производственных опытов, очень непостоянны и зависят от целого ряда факторов. Поэтому наилучшие результаты достигаются при использовании коэффициентов, полученных в конкретных почвенно-климатических и агротехнических условиях для определенной культуры.

Коэффициенты использования питательных элементов систематически уточняются научно-исследовательскими учреждениями.

В таблице 14 приводятся коэффициенты использования питательных элементов некоторыми сельскохозяйственными культурами.

Примерные коэффициенты использования приводятся в таблице 15.

Удобрения обладают последствием, то есть их влияние на сельскохозяйственные культуры отмечается в течение ряда лет. Это обстоятельство необходимо учитывать при установлении доз удобрений культур в севообороте. Для расчетов обычно ограничиваются данными о влиянии удобрений в течение первых трех лет после внесения (табл. 16).

Использование питательных веществ из органических удобрений в значительной мере зависит от их состава и степени разложения (табл. 17).

Таблица 14

Коэффициенты использования питательных элементов сельскохозяйственными культурами из почвы и минеральных удобрений

Культура	Коэффициент использования питательных элементов из почвы (Кп), %		Коэффициент использования питательных элементов из минеральных удобрений (Ку), %		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	4,1	5,3	26,3	9,3	19,7
яровая	4,9	5,6	27,6	11,4	19,7
Рожь озимая	3,7	6,0	20,2	7,2	16,8
Ячмень	5,4	8,6	21,7	7,8	25,1
Овес	5,5	8,7	28,0	14,3	33,6
Зернобобовые	7,6	8,3	—	12,0	18,2
Свекла сахарная	5,7	20,6	37,3	13,7	53,8
Картофель	8,0	27,9	46,3	13,9	62,7
Свекла столовая	18,5	71,9	70,0	38,6	58,5
Капуста	11,4	40,3	40,1	23,1	43,3
Морковь столовая	11,6	36,1	39,0	23,9	54,4
Кукуруза (на силос)	10,0	20,6	25,3	8,8	28,6
Травы многолетние	10,0	16,6	56,6	23,0	62,5
Рапс	10,0	25,0	70,0	20,0	60,0

Таблица 15

**Коэффициенты использования питательных элементов
из почвы и удобрений, %**

Культура	Из почвы (при среднем содержании питательных элементов и выше), Кп		Из удобрений в 1-й год (Ку)					
	P ₂ O ₅	K ₂ O	минеральных			органических		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Зерновые, однолетние и многолетние травы	5	10	50-60	15-25	40-60	20	30
Лен	3	5	30-40	10-15	30-40	-	-	-
Пропашные (картофель, кормовые корнеплоды, силосные)	5	20	60-70	20-25	50-70	20-25	30	50-60
Капуста белокочанная	5	20	60-7	20	60-70	20-25	30	60
Морковь, свекла, томаты	5	10	50-60	15-20	50-60	20	20	50
Огурцы	3	5	30-40	10-15	30-40	15-20	20	30

Примечания: 1) Легкогидролизуемый азот на дерново-подзолистых почвах растения усваивают на 20 – 25%. 2) При расчетах целесообразнее ориентироваться на меньшие показатели коэффициентов. 3) При припосевном и припосадочном внесении удобрения растениями усваиваются на 50 – 80%.

Таблица 16

**Средние коэффициенты использования питательных элементов растениями
из удобрений (Ку), %**

Год действия	Из органических удобрений			Из минеральных удобрений		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-й	20...25	25...30	50..60	50...60	15...20	50., .60
2-й	20	10...15	10..15	5	10...15	20
3-й	10	5	—	5	5	—
Всего	50...55	40...50	60...75	60...70	30...40	70...80

Коэффициенты использования питательных элементов из разных органических удобрений (Ку), %

Удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз слаборазложившийся	8	—	—
среднеразложившийся	23	31	48
сильноразложившийся	17	34	52
перегной многолетний	5	33	46
Торфонавозный компост			
соотношение 1:1	10	3	15
2:1	8	2	11
Зеленая масса люпина	13	5	16

Имеются указания, что коэффициент использования азота зеленого удобрения (в 1-й год действия) может быть в 2 раза выше, чем азота навоза, при этом исключаются его потери.

Количество питательных элементов, которое растение потребляет из почвы или удобрения, с учетом коэффициентов использования из почвы и удобрения ($K_{п}$, $K_{у}$) определяют по формуле:

$$(NPK)_{п,у} = \frac{П_{NPK} \times K_{п,у}}{100} \text{ кг с 1 га.}$$

3.3.4. Расчет доз удобрений

Существует большое число методов расчета доз удобрений, из которых студенту предоставляется право выбрать наиболее подходящий для конкретных условий.

Ниже рассматриваются примеры балансового расчета и определение дозы по нормативным затратам питательных веществ на формирование единицы урожая.

а) Балансовый метод.

Дозы можно определить на весь планируемый урожай или на планируемую прибавку урожая.

Расчет доз удобрения на планируемую урожайность.

Планируемая урожайность картофеля – 25 т с га. Находим, что 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции выносят: N – 5,8 кг, P₂O₅ – 1,7 кг и K₂O – 8,1 кг.

При планируемой урожайности вынос питательных веществ составит, кг на га:

азота $25 \times 5,8 = 145,0$

фосфора $25 \times 1,7 = 42,5$

калия $25 \times 8,1 = 202,5$.

Дерново-подзолистая почва относится по обеспеченности подвижными формами питательных элементов к III классу и содержит: N – 50 мг, K₂O – 100 мг, P₂O₅ – 50 мг на 100 г почвы.

В пахотном слое 1 га содержится:

N – 150 кг (50х3),

P₂O₅ – 150 кг (50х3),

K₂O – 300 кг (100х3).

Коэффициенты использования питательных элементов из почвы принимаются следующие: N – 20%, P₂O₅ – 5%, K₂O – 20%.

Следовательно, из почвы для создания урожая будет использовано:

N – 30 кг, P₂O₅ – 7,5 кг, K₂O – 60 кг ($\frac{150 \times 20}{100}$, $\frac{150 \times 5}{100}$, $\frac{300 \times 20}{100}$).

Для получения планируемой урожайности надо внести с удобрениями, кг на га:

145 – 30 = 115N,

42,5 – 7,5 = 35,5 P₂O₅,

202,5 – 60 = 142,5 K₂O.

Под картофель намечено внести 40 т навоза на 1 га, содержащего 0,5% N, 0,29% P₂O₅, 0,6% K₂O, с которым на 1 га будет внесено 200 кг азота, 100 кг P₂O₅, 240 кг K₂O.

Растения используют из навоза в первый год N – 20%, P₂O₅ – 30%, K₂O – 50%, то есть N – 40, P₂O₅ – 30 кг, K₂O – 120 кг ($\frac{200 \times 20}{100}$, $\frac{100 \times 30}{100}$, $\frac{240 \times 50}{100}$).

С минеральными удобрениями надо внести, кг на га:

N 115 – 40 = 75,

P₂O₅ 35,5 – 30 = 5,0,

K₂O 142,5 – 120 = 22,5.

С учетом коэффициентов использования питательных веществ из минеральных удобрений (N – 46%, P₂O₅ – 14%, K₂O – 54%) дозы должны равняться, кг на га:

N $\frac{75 \times 100}{46} = 163,$

P₂O₅ $\frac{5,0 \times 100}{14} = 35,7$

K₂O $\frac{22,5 \times 100}{54} = 41,7.$

Необходимо учесть ПДК по применению азотных удобрений. Для урожайности картофеля 25 т с га максимальная доза азота не должна быть более 120 кг на га.

Формы удобрений устанавливаются с учетом биологических особенностей культуры и хозяйственных возможностей. Если имеются аммонийная селитра (34% N), суперфосфат простой (20% P₂O₅) и хлористый калий (60% K₂O), то их потребуется, ц на га:

аммонийной селитры 120 : 34 = 3,5,

суперфосфата $35,7 : 20 = 1,8$,
хлористого калия $41,7 : 60 = 0,7$.

Определение доз на планируемую прибавку урожая делается аналогичным путем. Расчет ведется по выносу питательных элементов прибавкой урожая. Установленная доза может быть скорректирована с помощью поправочных коэффициентов в зависимости от плодородия почвы.

б) Расчет доз по нормативам затрат удобрений.

Этот метод получил в настоящее время широкое распространение из-за доступности и простоты расчетов, надежности результатов. Обычно он применяется при интенсивных технологиях.

Нормативы затрат удобрений на формирование единицы урожая разрабатываются и систематически уточняются научно-исследовательскими учреждениями (табл. 18).

Таблица 18

Нормативы затрат минеральных удобрений в Нечерноземной зоне ($N_{\text{НПК}}$), кг/т

Культура	Затраты действующего вещества удобрений, кг на 1 т урожая		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	39	36	29
Рожь озимая	39	38	32
Ячмень	36	31	28
Овес	35	34	26
Гречиха	33	41	20
Горох	12	30	22
Вика+овес (смесь)	20	45	37
Лен-долгунец (волокно)	72	175	171
Картофель	5,4	5,3	5,9
Овощные	2,9	1,6	2,7
Капуста	2,9	1,4	2,4
Кукуруза (силос)	3	1,7	2,8
Корнеплоды кормовые	2,8	1,5	3,6
Травы (сено):			
однолетние	16	17	16
многолетние	11,3	9,6	12,6

При отсутствии нормативов допускается использование показателей расхода удобрений на единицу урожая по данным полевых опытов географической сети и агрохимической службы.

В расчетах используют поправочные коэффициенты ($K_{\text{НПК}}$) к агрохимическим свойствам почвы, содержанию подвижных форм питательных элементов в почве конкретного поля (табл. 19).

Поправочные коэффициенты к агрохимическим свойствам почвы

Класс почвы	Обеспеченность	По фосфору (Кр)	По калию (Кк)
III	средняя	1,0	1,0
IV	повышенная	0,7	0,8
V	высокая	0,5	0,6
VI	очень высокая	0,3	0,3

Для азота $K_N = 1$.

Для расчета используют формулу:

$$D_{\text{НРК}} = Y \times H_{\text{НРК}} \times K_{\text{НРК}}, \text{ кг на га.}$$

Пример расчета дозы фосфора.

Озимая пшеница, урожайность (Y) – 4 т на га, почва IV класса.

$$D_p = 4 \times 36 \times 0,7 = 100,8 \text{ кг на га.}$$

3.4. ПЛАНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ

В системе применения удобрений планы имеют важное организационно-экономическое значение. Ежегодные планы применения удобрений с указанием доз и способов внесения под отдельные культуры, возделываемые в хозяйстве, составляет агрохимическая служба. Имеются планы по комплексному агрохимическому окультуриванию полей. В хозяйстве могут быть и другие планы (накопления и производства удобрений, механизации их внесения и т.д.).

В курсовой работе студент должен научиться планировать различные виды работ по использованию удобрений, опираясь на агрохимические свойства почв и удобрений, биологические особенности растений. С этой целью студенту предлагается составить план распределения удобрений в севообороте, план потребности в минеральных удобрениях для севооборота, календарный план внесения удобрений, а также дать конкретное обоснование и описание применения удобрений в разные сроки и различными способами. Для этого надо изучить биологические особенности возделываемых культур: отношение к реакции среды, концентрации питательных веществ, поступление питательных веществ по фазам вегетации, предпочтительные формы удобрений. Обратит внимание на взаимодействие используемых удобрений с почвой в зависимости от ее свойств, сроков и способов внесения удобрений, глубины заделки. Указать машины для внесения и заделки удобрений.

Необходимые данные студент берет из предыдущих таблиц, составленных им при проектировании системы, специальной литературы.

3.5. ОЦЕНКА РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Разработанная система должна обеспечивать воспроизводство и оптимизацию плодородия почвы, получение запланированной урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности севооборота. При этом

необходимо положительно решать вопросы качества продукции, экологии и экономики. Поэтому разработанную систему нельзя рассматривать как некую застывшую схему. Она должна быть динамичной и постоянно корректироваться в зависимости от конкретных природных, агрономических и организационно-экономических условий.

Студенту предлагается сделать оценку разработанной им системы по балансу питательных веществ.

3.5.1. Баланс питательных элементов

Складывается из расходных и приходных статей, что предопределяет интенсивность баланса, то есть меру регулирования почвенного плодородия.

На дерново-подзолистых почвах оптимальная интенсивность баланса азота, которая обеспечивает плановую продуктивность и экономическую безопасность агроэкосистем, составляет 115... 120%. При этом обязательно участие бобовых культур или их травосмесей с преобладанием бобового компонента.

На черноземных почвах интенсивность баланса азота равняется 90... 100%.

Интенсивность баланса фосфора и калия тесно связана с намеченным темпом увеличения содержания подвижных соединений этих элементов и их исходного количества в почве (табл. 20).

Таблица 20

Интенсивность баланса фосфора и калия в полевых севооборотах на разных почвах, %

Содержание питательных элементов в почве	Фосфор	Калий
Дерново-подзолистые почвы		
Очень низкое	250	120
Низкое	200	115
Среднее	150	110
Повышенное	100	90
Высокое	70	70
Очень высокое	50	50
Черноземные почвы		
Очень низкое и низкое	140	50
Среднее	100	40
Повышенное	90	30
Высокое	70	—
Очень высокое	50	—

Соблюдение указанных показателей интенсивности баланса в севообороте обеспечивает увеличение содержания питательных веществ в почве и повышение или стабилизацию продуктивности севооборота.

Более высокие показатели баланса ускоряют темп изменения плодородия почвы. Они оправданы только при высокой культуре земледелия, обеспечивающей запланированную продуктивность севооборота.

Для определения баланса питательных веществ необходимо:

а) установить вынос питательных элементов урожаями сельскохозяйственных культур севооборота;

б) суммировать поступление питательных элементов в почву в составе органических и минеральных удобрений, а также накопления за счет биологического азота;

в) сделать анализ и заключение о балансе питательных веществ, сопоставив полученные данные с показателями интенсивности баланса азота, фосфора и калия в севообороте.

3.6. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Здесь студент в сжатой и конкретной форме мотивирует свой подход к разработке системы применения, дает обоснование принятой системы, указывает текущие недостатки и отражает перспективы корректировки системы. Указанные требования должны логически вытекать из конкретных данных разработанной системы и опираться на теоретические знания в соответствующих разделах агрохимии и сопутствующих агрономических курсах.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Почвенно-климатическая зона _____

2. Почвы _____

3. Схемы севооборота

№ поля	Культура	Площадь, га
1		
2		
3		
4		
б		
6		
7		
8		

Всего

4. Урожайность сельскохозяйственных культур

№ п. п.	Культура	Планируемая урожайность, т на га
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

5. Агрохимическая характеристика почв в севообороте

№ поля	Гранулометрический (механический) состав	содержание гумуса, %	pH _{ксл}	Нг, м-экв на 100 г	V, %	Содержание подвижных форм, мг на 1 кг почвы	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

6. Сведения о животноводстве

№ п. п.	Вид скота	Количество голов	Стойловый период, дней	Технология содержания	Примечания
1					
2					
3					
4					

Задание выдано _____ 200__ г.
Преподаватель _____

7. Заключение

1) Обоснование планируемой урожайности возделываемых культур

2) Оценка почв по содержанию гумуса _____

3) Оценка почв по кислотности _____

4) Оценка почв по содержанию подвижных форм питательных элементов

5) Общие соображения о характере системы удобрения: в зависимости от особенностей почвенного покрова (потребность в удобрениях в соответствии с агрохимическими показателями, содержанием гумуса и гранулометрическим составом почвы) _____

1. Накопление, производство и использование органических удобрений

1.1. Накопление навоза

Показатели	Обозначения	Вид навоза	
		бесподстилочный (Н _б)	подстилочный (Н _п)
1	2	3	4
Вид скота			
Количество голов	С		
Стойловый период, дней	Д _с		
Масса навоза, кг			
от 1 животного в сутки	Э		
от всего поголовья, т	Н		
1	2	3	4
Потери при хранении, %	Б%		
т	Б _т		
Выход навоза с учетом потерь, т	ВН		
Вид подстилки			
Расход подстилки:			
на 1 голову, кг	П		
на все поголовье за стойловый период, т	ΣП		

Рабочие формулы:

$$Н = \frac{С \times Э \times Д_c}{1000}; \quad Б_t = \frac{Н \times Б\%}{100}, \text{ т}; \quad ВН = Н - Б_t, \text{ т}; \quad \Sigma П = \frac{П \times С \times Д_c}{1000}, \text{ т}.$$

Расчет.

Навоз бесподстилочный. _____

Навоз подстилочный. _____

Расход подстилки. _____

1.2. Накопление биологического азота в почве

Культура	Год использования	Урожайность, т/га (У _т)	Вынос азота, % (В)	Доля фиксированного азота в урожае, % (N _ф , %)	Накапливается фиксированного азота в почве, кг на га (N _б)

Рабочие формулы (указать из методической части) _____

Расчет. _____

1.3. Использование биологического азота сельскохозяйственными культурами в севообороте

Культура после бобовой	Коэффициент использования азота, % (K _N)	Используется культурой, кг на га (N _б , кг)
Первая		
Вторая		
Третья		
Всего		

$$N_{б \text{ x кг}} = \frac{N_{б} \times K_N}{100}$$

Расчет. _____

1.4. Зеленое удобрение

Выращиваемое растение (сидерат) _____

Место применения зеленого удобрения в севообороте _____

Площадь, га _____

Урожайность, т на га (У_т) _____

Способ выращивания и использования _____

1.5. Накопление питательных элементов зеленым удобрением

Показатели	органическое вещество	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Содержание в зеленой массе, % (С %) кг на 1 т (Скг)		-	-	-
Количество в запаханной массе, кг (M _{НПК})				
Коэффициент использования питательных элементов зеленого удобрения, % (Ку)				
Используется культурой питательных элементов зеленого удобрения, кг на га (NPK)				

Рабочие формулы: $M_{НПК} = U_T \times C_{КГ}$; $\sum_{НПК} = \frac{M_{НПК} \times C_{КГ}}{100}$.

Расчет. _____

1.6. Заключение

Способы, условия хранения и подготовки подстилочного и бесподстилочного навоза, краткая характеристика и использование других органических удобрений, оценка, предложения. _____

2. Воспроизводство и оптимизация плодородия почв

2.1. Бездефицитный баланс гумуса в севообороте

Культура	Средний размер поля, га	Потери гумуса, т		Восполняется растительными остатками, т		Разница, т	
		на 1 га	всего	на 1 га	всего	на 1 га	всего
Всего		-		-		-	
В среднем на 1 га	-		-		-		-

Из одной тонны навоза при содержании в ней сухого вещества _____ и коэффициенте гумификации _____ образуется гумуса _____ кг. Потребность в навозе для восполнения дефицита гумуса на 1 га севооборотной площади _____, в тоннах.

2.2. Оптимизация содержания P₂O₅ в почве

(поле № ..., культура, площадь га)

№ п/п	Показатели	Значение	Исходные данные, расчет
I	Фактическое содержание P ₂ O ₅ в почве, мг на 1 кг		техническое задание
II	Планируется содержание P ₂ O ₅ в почве, мг на 1 кг		табл.
III	Разница в содержании P ₂ O ₅ , мг на 1 кг		(II – I)
IV	Нормативы затрат P ₂ O ₅ на увеличение содержания P ₂ O ₅ на 10 мг на 1 кг, кг на га		табл.
V	Требуется внести P ₂ O ₅ для достижения планируемого содержания, кг на га		$\frac{III \times IV}{10}$
VI	Поступает на данное поле P ₂ O ₅ в составе органических удобрений за ротацию севооборота, кг на га:		табл.
VII	Используется P ₂ O ₅ на формирование урожая (вынос) возделываемых культур за ротацию севооборота, кг на га		табл.
VIII	Остается P ₂ O ₅ органических удобрений, кг на га:		(VI – VII)
IX	Необходимо внести P ₂ O ₅ сверх выноса для достижения планируемого содержания, кг на га:		(V – VIII)

Технология оптимизации содержания P₂O₅

а) Формирование.

Содержание P₂O₅ в фосфоритной муке, C_p =%.
(IX x 0,1)

Требуется внести фосфоритной муки, т на га (-----):
C_p

2.4. Известкование почвы в севообороте

Показатель	Обозначение	Поле №.....га	Поле №.....га	Поле №.....га	Поле №.....га	Поле №.....га
Год известкования						
Под какую культуру вносится известь pH _{KCl} H _r , м.-экв. на 100 г V, %	табл. табл. табл.					
Принятая для расчета доза извести от H _r (поправочный коэффициент)	K _п					
Установленная доза CaCO ₃ , т на га по pH _{KCl} по H _r	D _{Ca}					
Известковый материал (название)						
Содержание в известковом материале, %: CaCO ₃ примесей влажность	С П В					
Доза известкового материала, физическая масса, т	D _п					
Потребность в известковом материале на площадь поля, физическая масса, т	ΣD _п					

3. Определение обеспеченности почв питательными элементами и доз удобрений

3.1. Вынос питательных элементов запланированными урожаями сельскохозяйственных культур, кг

Культура	Урожайность основной продукции, т с га (Y_T)	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		1 т урожая (B_N)	на 1 га ($\sum B_N$)	1 т урожая (B_P)	на 1 га ($\sum B_P$)	1 т урожая (B_K)	на 1 га ($\sum B_K$)
В среднем на 1 га севооборота		-		-		-	

Рабочие формулы: $\sum B_{NPK} = Y_T \times B_{NPK}$.

Расчет.

3.2. Запас легкогидролизуемого азота в почве

№ поля	Гумус		N _{общий} т на 1 га, (N _{общ т})	N легкогидролизуемый	
	%, (Г %)	т на 1 га (Г _T)		кг на га (П _N)	мг на кг почвы, (C _N)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Исходные данные для расчета:

Содержание $N_{\text{общ}}$ в гумусе, % _____ ($N_{\text{общ}}$ %)

Содержание N легкогидролизуемого в $N_{\text{общ}}$, % _____ ($N_{\text{л}}$ %).
 $\Gamma_{\text{T}} \times N_{\text{общ}}$ %

Рабочие формулы: $\Gamma_{\text{T}} = \Gamma\% \times 30$; $N_{\text{общ. T}} = \frac{\Gamma_{\text{T}} \times N_{\text{общ}}}{100}$;

$\Pi_{\text{N}} = N_{\text{общ. T}} \times N_{\text{л}}\% \times 10$; $C_{\text{N}} = \Pi_{\text{N}} : 3$

Расчет.

3.3. Запас доступных питательных элементов в почве

№ поля	N (легкогидролизуемый)		P ₂ O ₅ (подвижный)		K ₂ O (обменный)	
	мг на кг (C _N)	кг на га (Π _N)	мг на кг (C _P)	кг на га (Π _P)	мг на кг (C _K)	кг на га (Π _K)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
Среднее						

Рабочие формулы: $\Pi_{\text{NPK}} = C_{\text{NPK}} \times 3$.

Расчет.

3.4. Запас доступных питательных элементов в почве с учетом коэффициента использования
($K_{п}$) растениями

Культура	№ поля, засеваемое культурой в текущем году	$K_{п}$, %			Запас питательных элементов, используемых растениями, кг на га (NPK) _п		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O

3.5. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность

Показатели	Культура*		
	Поле.....		
	урожайность т с 1 га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Вынос питательных элементов на 1 т основной продукции, кг			
2. Вынос питательных элементов, кг с 1 га			
3. Содержание подвижных питательных элементов в почве по картограммам, мг на 1 кг почвы			
4. Запасы подвижных питательных элементов в пахотном слое почвы, кг на 1 га			
5. Коэффициенты использования питательных элементов растениями из почвы, %			
6. Количество питательных элементов, поглощаемых растениями из почвы, кг с 1 га			
7. Будет внесено в состав органического удобрения, кг на 1 га			
8. Коэффициенты использования питательных элементов из органических удобрений, растениями, %			
9. Будет использовано питательных элементов из органического удобрения, кг с 1 га			
9а. Использование азота из остатков многолетних трав			
10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг на 1 га			
11. Коэффициенты использования питательных элементов из минеральных удобрений, %			
12. Надо внести питательных элементов с минеральными удобрениями с учетом коэффициента использования, кг с 1 га			
13. Форма минерального удобрения			
14. Содержание действующего вещества в туках, %			
15. Нормы физических туков, ц на 1 га			

* Расчет доз удобрений выполняется по одной культуре

3.8. Расчет доз минеральных удобрений нормативным методом

Показатели	Исходные данные, расчет	Культура*		
		Поле.....		
		урожайность т с 1 га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I. Класс почвы				
II. Нормативы расхода питательных элементов, кг на т	H_{NPK} , табл.			
III. Требуется питательных элементов на формирование урожая, кг на га	$H_{NPK} \times Y_T$			
IV. Используется питательных элементов из органических удобрений, кг на га	табл.			
V. Разница, кг на га	(III – IV)			
VI. Поправочный коэффициент	K_H , табл.			
VII. Доза, кг на га	$D = Y_T \times H_{NPK} \times K_H$			
VIII. Потребность в питательных элементах, всего, кг на поле	$\sum D = D \times \text{га}$			

* Расчет доз удобрений проводится для другой культуры. Для остальных культур дозы используются рекомендованные в местных условиях.

3.7. Заключение

(оценка обеспеченности почв питательными элементами, обоснование принятых способов расчета доз удобрений)

4. Планы использования удобрений в севообороте

4.1. План распределения удобрений в севообороте

№ поля	Культура	Площадь, га	Доза удобрений на 1 га			Доза удобрений, кг д.в. на га										
			органических, (Н), т	минеральных, кг д.в. на га			основное удобрение			припосевное удобрение			подкормки			
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	органических, (Н), т	минеральных			минеральных					
								N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
Всего за севооборот ∑																

Насыщенность севооборота удобрениями:

органическими, т на 1 га _____

минеральными, питательных элементов, кг на 1 га $(\frac{\sum H}{\sum \text{га}})$.

Расчет.

_____ всего _____ $(\frac{\sum NPK}{\sum \text{га}})$.

N _____ $(\frac{\sum N}{\sum \text{га}})$.

P₂O₅ _____ $(\frac{\sum P}{\sum \text{га}})$.

K₂O _____ $(\frac{\sum K}{\sum \text{га}})$.

4.2. Обоснование и описание сроков, способов, доз и форм применяемых удобрений (с учетом биологических требований растений, с указанием марок машин для внесения удобрений)

№ поля	Культура	Обоснование и описание
1	2	3

1	2	3

4.3. Календарный план внесения удобрений в севообороте

Культура	Ориентировочный срок внесения	Способ внесения	Азотные		Фосфорные		Калийные	
			форма	всего туков, т	форма	всего туков, т	форма	всего туков, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
За весенний период								
		Всего за период	-		-		-	
За летний период								
		Всего за период	-		-		-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
За осенний период								
		Всего за период	-		-		-	
		Итого за год	-		-		-	

Оглавление

Раздел 1. Общие методические указания по изучению дисциплины	3
1.1. Цели и задачи курса	3
1.2. Библиографический список	5
1.3. Распределение учебного времени	6
Раздел 2. Содержание учебных модулей дисциплины и методические указания по дисциплине	6
2.1. Наименование модуля 1. Введение. Питание растений, свойства почвы. Применение удобрений	6
2.2. Наименование модуля 2. Классификация минеральных и органических удобрений	8
2.3. Наименование модуля 3. Химическая мелиорация почв (известкование и гипсование)	11
2.4. Наименование модуля 4. Система удобрений	12
2.5. Наименование модуля 5. Методы исследований в агрохимии	15
Раздел 3. Задания для курсовой работы и указания по ее выполнению	16
Общие положения	16
Методические указания	17
3.1. Накопление, производство и использование органических материалов	17
3.1.1. Биологический азот	17
3.1.2. Навоз	19
3.1.3. Зеленое удобрение	22
3.1.4. Торф	23
3.1.5. Солома	23
3.1.6. Другие органические материалы	23
3.1.7. Определение удобрительной ценности органических материалов	25
3.2. Воспроизводство и оптимизация плодородия почвы	27
3.2.1. Воспроизводство и оптимизация содержания гумуса в почве	27
3.2.2. Оптимизация фосфатного и калийного режимов почв	30
3.2.3. Оптимизация реакции почвенной чреды, известкование почв	33
3.3. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры и расчет потребности в удобрениях в севообороте	37
3.3.1. Потребность в питательных веществах	37
3.3.2. Запас питательных веществ в почве	37
3.3.3. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений	40
3.3.4. Расчет доз удобрений	43
3.4. Планы использования удобрений в севообороте	46
3.5. Оценка разработанной системы применения удобрений	46
3.5.1. Баланс питательных веществ	47
3.6. Пояснительная записка	48
Техническое задание для выполнения курсовой работы	48