

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

**С. А. Терещенко, Л. Д. Мудрова**

## **АГРОХИМИЯ**

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы  
для студентов высших учебных заведений, обучающихся в бакалавриате  
по направлению подготовки 35.03.04 – Агронимия

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 631.895 (07)

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии  
Е. А. Барановская

Терещенко, С. А.

Агрохимия: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов высших учебных заведений, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 35.03.04 – Агрономия / С. А. Терещенко, Л. Д. Мудрова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 54 с.

Настоящее учебно-методическое пособие содержит подробные рекомендации по выполнению курсовой работы, а также необходимые требования к структуре и содержанию.

Табл. 2, список лит. – 16 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 26 сентября 2022 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2022 г., протокол № 10

УДК 621.56

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учре-  
ждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2022 г.  
© Терещенко С. А., Мудрова Л. Д.,  
2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
I ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
II СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	7
Введение.....	7
1 Сведения о предприятии.....	7
2 Известкование .....	8
3 Органические удобрения.....	10
4 Минеральные удобрения.....	12
5 Оценка системы применения удобрений.....	18
Заключение.....	20
Список использованных источников.....	20
Приложения.....	20
III. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.....	22
IV. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	23
V. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	24
Приложения.....	33
Приложение А Образец титульного листа.....	33
Приложение Б Ориентировочные дозы извести ( $\text{CaCO}_3$ ) в зависимости от обменной кислотности ( $\text{Ph}_{\text{KCl}}$ ) и гранулометрического состава почвы, т/га.....	35
Приложение В Оптимальная рабочая ширина захвата машин по внесению известковых удобрений.....	36
Приложение Г Увеличение неравномерности внесения извести в зависимости от колебания рабочей ширины захвата, %.....	37
Приложение Д Нормативы сдвига pH от 1 т $\text{CaCO}_3$ .....	38
Приложение Е Нормативы потребности органических удобрений, т/га севооборотной площади в год.....	39
Приложение Ж Содержание элементов питания в органических, зеленых удобрениях и подстилке, %.....	40
Приложение И Потребление элементов питания из 1 тонны органических удобрений.....	41
Приложение К Ежегодные потери элементов питания от вымывания и слабой степени эрозии, кг/га.....	42
Приложение Л Примерные коэффициенты использования элементов питания из почвы, органических и минеральных удобрений, %.....	42
Приложение М Предельные дозы минеральных удобрений по д. в., кг/га...	43
Приложение Н Дозы азотных удобрений под озимые зерновые культуры на дерново-подзолистых почвах при плотности стеблестоя 800-1000 шт./м <sup>2</sup> ....	44
Приложение П Примерные дозы азотных удобрений в основном внесении под озимые зерновые культуры с учетом данных почвенной диагностики..	44
Приложение Р Примерные дозы азотных удобрений для подкормки зерновых культур с учетом данных почвенной диагностики.....	44

Приложение С Доза азота для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур на торфяно-болотных почвах по д. в., кг/га.....	45
Приложение Т Содержание азота в растениях и дозы азотных удобрений для подкормки озимых пшеницы и ржи.....	45
Приложение У Дозы калийных удобрений под озимые зерновые культуры по д.в., кг/га.....	46
Приложение Ф Дозы фосфорных удобрений под озимые зерновые культуры по д. в., кг/га.....	46
Приложение Х Примерные дозы минеральных удобрений (кг/га по д. в.) для зернобобовых культур на урожайность 2,5-3,5 т/га.....	47
Приложение Ц Вынос элементов питания с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг д. в-ва.....	48
Приложение Ш Содержание энергии в растениеводческой продукции ( $\mathcal{E}_T$ ), МДж/т.....	49
Приложение Щ Энергетические затраты на производство минеральных, известковых и органических удобрений ( $\mathcal{E}_y$ ), МДж/т.....	50
Приложение Э Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений в зависимости от доз и дальности перевозки ( $\mathcal{E}_1$ ), МДж/га.....	51
Приложение Ю Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение твердых органических удобрений ( $\mathcal{E}_1$ ), МДж/га.....	51
Приложение Я Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение жидких органических удобрений ( $\mathcal{E}_1$ ), МДж/га.....	52
Приложение Д Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение известковых удобрений ( $\mathcal{E}_1$ ), МДж/т.....	52
Приложение Ф Энергетические затраты на уборку, подработку и реализацию прибавки урожая, полученную за счет применения удобрений ( $\mathcal{E}_2$ ), МДж/т...	53

## ВВЕДЕНИЕ

Важнейшими задачами агронома является создание оптимального питания сельскохозяйственным растениям, расширенное воспроизводство плодородия почв. Грамотное проведение известкования, внесение органических и минеральных удобрений способствует решению этих задач и является системой применения удобрений. Агроэкологическая эффективность применения удобрений зависит от культуры земледелия. Система применения удобрений является составной частью систем ведения сельского хозяйства, при ее разработке следует опираться на современные достижения агробиологических и технических наук.

Основной целью агрохимии является создание оптимальных условий питания растений и повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур путем внесения минеральных удобрений, известкования, а также повторного вовлечения в биологический круговорот уже использованных растениями питательных элементов, перешедших в навоз и другие органические удобрения.

Курсовая работа по дисциплине «Агрохимия», выполняемая в пятом семестре, является формой промежуточной аттестации студента по дисциплине. Выполнение курсовой работы предусмотрено учебным планом ФГБОУ ВО «КГТУ» и соответствует программе «Общепрофессиональный модуль»; рассчитано на 36 академических часа самостоятельной работы студента.

Целью курсового проекта является овладение методикой разработки системы применения удобрений на примере конкретного предприятия. Грамотно разработанная система применения удобрений обеспечивает решение следующих задач:

1. Получение плановой урожайности хорошего качества.
2. Повышение плодородия почв без загрязнения окружающей среды.
3. Повышение эффективности удобрений и рост производительности труда.

Студентам следует сравнить организацию системы удобрений на конкретном смоделированном предприятии с отечественным и зарубежным опытом использования удобрений в сельском хозяйстве, их эффективность, пояснить, что такое бездефицитный и положительный баланс элементов питания, повышение продуктивности земли, и расширенное воспроизводство плодородия, безопасное использование удобрений, фактическое и потенциальное плодородие земли.

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы содержит алгоритм поэтапного выполнения и написания курсовой работы по дисциплине.

Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями по оформлению письменных работ студентов, изложенными в отдельном учебно-методическом пособии.

## I ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В основу курсовой работы положена разработка научно обоснованной системы удобрения в севообороте с учетом конкретных почвенно-климатических условий предприятия. Разработанная студентом система удобрений должна базироваться на современных технологиях возделывания культур, принятых в почвенных и агроклиматических условиях региона.

Тема курсовой работы и ее содержание различаются в зависимости от предприятия, и звучит следующим образом: «СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ В УСЛОВИЯХ \_\_\_\_\_ (наименование предприятия)».

При написании работы залогом успешного ее выполнения является планирование времени при самостоятельной работе обучающегося (таблица 1).

Таблица 1 – Примерное планирование самостоятельной работы обучающегося

Содержание	Количество академических часов
1. Написание «Введения»	2
2. Изучение источников и написание главы 1 «Сведения о предприятии»	2
3. Изучение источников и написание главы 2 «Известкование»	4
4. Анализ полученных данных и написание главы 3 «Органические удобрения»	4
5. Изучение источников, анализ производственных данных и написание главы 4 «Минеральные удобрения»	10
6. Изучение источников, анализ производственных данных и написание главы 5 «Оценка системы применения удобрений»	10
7. Формулировка выводов	2
8. Оформление работы и списка использованных источников	2
<b>ИТОГО:</b>	<b>36</b>

Общий объем курсовой работы обучающегося должен составлять не менее 25 страниц печатного текста, включая титульный лист (приложение А), без учета приложений.

Руководство и контроль выполнения курсовой работы осуществляет научный руководитель – преподаватель кафедры агрономии и агроэкологии, читающий курс лекций по дисциплине «Агрохимия». Руководитель согласовывает тему курсовой работы со студентом, объясняет методику ее выполнения и консультирует студента по этапам ее выполнения.

## II СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Курсовая работа включает: Введение. 5 глав: Сведения о предприятии, Известкование, Органические удобрения, Минеральные удобрения, Оценка системы применения удобрений. Заключение. Список использованных источников.

### ВВЕДЕНИЕ

Во введении следует дать теоретическое определение «система удобрения», указать составные части. Также необходимо кратко (1–2 стр.) привести актуальность работы, цели и задачи написания курсовой работы применительно к конкретным условиям предприятия.

### 1 СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ

1. Наименование предприятия \_\_\_\_\_
2. Месторасположение \_\_\_\_\_
3. Специализация \_\_\_\_\_
4. Площадь пашни, га \_\_\_\_\_
5. Площадь сельхозугодий, га \_\_\_\_\_
6. Площадь сенокосов, га \_\_\_\_\_ в том числе культурных \_\_\_\_\_
7. Площадь пастбищ, га \_\_\_\_\_ в том числе культурных \_\_\_\_\_
8. Площадь вне севооборота, га \_\_\_\_\_  
в том числе (кукуруза, люцерна, сады, ...) \_\_\_\_\_
9. Основные типы почвы \_\_\_\_\_
10. поголовье скота, КРС условных голов \_\_\_\_\_

Принятые на предприятии севообороты описываются в таблице 2.

Таблица 2 – Принятый на предприятии севооборот

№ поля	Чередование культур	Площадь, га
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
...		
	Итого:	

Описание почв и их агрохимические характеристики обычно берутся из почвенных карт и агрохимического паспорта полей предприятия. Студент берет сведения из задания для курсовой работы и заносится в таблицу 3. Эта информация необходима для составления системы применения удобрений и балансового расчета их норм.

Таблица 3 – Почвы предприятия и их агрохимические показатели

№ поля	Тип и разновидность почвы	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub> , ед.	Содержание подвижных форм элементов питания, мг/кг				Нг, мг.экв./100 г почвы
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	...	
1								
2								
3								
4								
5								

Для расчета норм внесения удобрений необходимо знать уровень планируемой урожайности на предприятии (таблица 4).

Таблица 4 – Планируемая урожайность сельскохозяйственных культур на 20\_\_ год

№ поля	Культура	т/га	№ поля	Культура	т/га
1.	<i>Озимая рожь (зерно)</i>		11.	<i>Кукуруза (з/м)</i>	
2.	<i>Озимая рожь (з/м)</i>		12.	<i>Однолетние травы (з/м)</i>	
3.	<i>Озимая пшеница (зерно)</i>		13.	<i>Картофель</i>	
4.	<i>Озимый ячмень (зерно)</i>		14.	<i>Клевер (з/м)</i>	
5.	<i>Овес (зерно)</i>		15.	<i>Люпин (зерно)</i>	
6.	<i>Гречиха (зерно)</i>		16.	<i>Многолетние травы (сено)</i>	
7.	<i>Горох, вика (зерно)</i>		17.	<i>Свекла</i>	
8.	<i>Люпин (з/м)</i>		18.	<i>Морковь</i>	
9.	<i>Рапс озимый</i>		19.	...	
10.	<i>Кукуруза (зерно)</i>		...		

## 2 ИЗВЕСТКОВАНИЕ

Разработка системы применения удобрений начинается с планирования известкования кислых почв с целью создания оптимальной кислотности для сельскохозяйственных культур или специализированного севооборота. Опыты и производственная практика показывают высокую эффективность известкования кислых почв. Прибавка от известкования в среднем за один год составляет 0,2–0,6 т/га зерна, а сроки положительного действия отмечаются до 10–15 лет. Промывной водный режим, кислые почвообразующие породы и внесение минеральных удобрений увеличивают потребность в известковании.

Агротехнические требования к известкованию кислых почв:

1) Оптимальное значение рН<sub>KCl</sub> для большинства сельскохозяйственных культур в нечерноземной полосе на дерново-подзолистых суглинистых почвах 6,0–6,7; супесчаных – 5,5–6,2; песчаных – 5,5–5,8; для торфяно-болотных почв 5,0–5,3; для минеральных почв сенокосов и пастбищ 5,8–6,2.

2) Дозы известковых удобрений можно рассчитать по обменной кислотности и гранулометрическому составу почв (приложение Б). Они дадут хорошие



результаты при равномерном внесении их по поверхности почвы, тщательном перемешивании с пахотным горизонтом, при обработке почвы.

Расчитать дозы извести можно и по гидролитической кислотности (Нг). В агрохимическом паспорте поля этот показатель указывается. Расчет проводится по формуле (1):

$$D = Hg \cdot 1,5 \quad (1),$$

где  $D$  – доза  $\text{CaCO}_3$ , т/га;  $Hg$  – гидролитическая кислотность, мг. экв. на 100 г почвы; 1,5 – коэффициент на нейтрализацию кислотности.

3) Известкование можно планировать и проводить на свободных от вегетирующих культур полей в течение всего года. Зимой это возможно на полях со снежным покровом до 30 см и уклоном до  $3^\circ$  при отсутствии ледяной корки и затопляемых весенним паводком угодий. Желательно боронование снежного покрова после распыления или разбрасывания известковых удобрений.

4) Известковые удобрения должны соответствовать техническим условиям (ТУ) и ГОСТа, т.е. иметь заданный химический состав, тонину помола и сыпучесть.

5) Внесение извести пневматическими и центробежными машинами проводится челночным способом движения агрегата с контролем ширины захвата (приложение В) и зафиксированным положением дозирующих устройств и скорости агрегата. Неравномерность внесения машин по внесению известковых удобрений (АРУП-8, РУП-8, МВУ-5, МВУ-8, РОУ-5, ПРТ-10) при идеальной их эксплуатации составляет 20–25 %. Допускается увеличение неравномерность внесения известковых удобрений в поле еще до 25 %. Если общая неравномерность превышает 50 %, то такие работы следует браковать. Определяется неравномерность весовым методом или визуально, пользуясь приложением Г.

6) В первую очередь известкуются очень кислые почвы, затем кислые один раз в 4–5 лет.

7) Максимальное действие извести на второй – третий год после внесения, поэтому севообороты со льном, картофелем и люпином известкуются непосредственно под эту культуру доломитовой мукой, при этом следует увеличить нормы калийных удобрений на 20 %, а также применять борные, медные и цинковые удобрения.

Студентам следует спланировать все работы по известкованию полей севооборота и участков вне севооборота. Обосновать количество площадей, требующих известкования, дозы известкования, потребность в известковых материалах, виды известковых удобрений, их качество, машинотракторные агрегаты, ширина захвата агрегата (приложение Б), качество фактических работ по известкованию (или условно выполненных работ).

Оформить заключение о полноте и сложности выполнения работ по известкованию на вашем предприятии и предполагаемом сдвиге кислотности произвесткованных площадей, пользуясь нормативами сдвига рН от 1 т  $\text{CaCO}_3$  (приложение Д).

### 3 ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Внесение органических удобрений положительно влияет на агрофизические свойства почвы, активизирует ее микрофлору, пополняет запасы гумуса, а минерализуясь, они дают растениям все необходимые элементы питания. Поэтому очень важно спланировать внесение органических удобрений с бездефицитным балансом по органическому веществу или с положительным балансом.

Используя нормативные данные (приложение Г), в зависимости от гранулометрического состава почв рассчитывается потребность в органических удобрениях для бездефицитного баланса гумуса на всю площадь предприятия (таблица 4).

Необходимо описать отношение каждой культуры в севообороте к органическому удобрению.

Далее необходимо рассчитать, сколько навоза можно произвести на предприятии. Расчет можно выполнить несколькими методами.

Например, вариант 1) все поголовье животных и птицы следует перевести в условные головы (коровы, быки, лошади – 1,0; молодняк КРС – 0,6; свиньи – 0,3; овцы, козы – 0,1; птица – 0,02). Выход экскрементов на одну условную голову 45–50 кг в сутки. Подстилка 4–6 кг соломы или 3–20 кг торфа в сутки. Стойловый период 200 дней в году, за это время на ферме накапливается 100 % навоза, остальные 165 дней, если животные выходят на пастбище, накопить можно только 50 %.

Чтобы увеличить производство органических удобрений следует спланировать приготовление компостов и посевы на зеленое удобрение. Эти расчеты заполняются в таблицу 6.

Все органические удобрения распределяются между севооборотами и другими угодьями (таблица 7).

Таблица 5 – Производство навоза на предприятии

Вид навоза	Поголовье скота на предприятии (в пересчете на условные головы КРС) _____ гол. и его содержание					
	стойловой на подстилке зимой, летом – пастбищное _____ гол.		стойловое на подстилке круглый год _____ гол.		бесподстилочное в комплексах _____ гол.	
	выход навоза, т					
	от головы	всего	от головы	всего	от головы	всего
Подстилочный (75%-ную влажность), в том числе на соломенной подстилке на торфяной подстилке						
Жидкий всего, в том числе в пересчете на 75%-ную влажность						
Общий выход навоза						
Потери при приготовлении и хранении (15%) _____ т						
Выход навоза за вычетом потерь _____ т						

Таблица 6 – Приготовление компостов и зеленого удобрения

Вид органических удобрений	Соотношение компостируемых материалов	Всего, т					Всего компоста, т
		навоза	компостируемого материала (наполнителя)				
			торфа	соломы	...	...	
Торфо-навозный							
Торфо-жижевый							
Зеленое удобрение							
...							
...							

Всего будет накоплено органических удобрений (включая зеленое) \_\_\_\_\_ т. Всего требуется органических удобрений \_\_\_\_\_ т

Таблица 7 – Распределение органических удобрений

Вид удобрений	Всего, т	Используется, т							
		в севооборотах полевых			вне севооборотов				
		I	II	...	под люцерну	под кукурузу	на лугах и пастбищах	в саду	для парников
Навоз на соломенной подстилке									
Навоз на торфяной подстилке									
Торфо-навозный компост									
Навоз жидкий (в пересчете на 75 % влажность)									
Другие органические удобрения									
Зеленое удобрение									
Всего органических удобрений									
Удобряемая площадь, га									
Насыщенность органическими удобрениями, т/га в год									

Качество органических удобрений зависит от вида животного и его возраста, качества корма, от химического состава подстилки, технологии заготовки навоза и компостирования, способа и сроков хранения, степени разложения навоза. Усредненные данные по химическому составу навоза приведены в приложении Ж.

Для правильной организации работ по накоплению достаточного количе-

ства органических удобрений следует описать мероприятия по увеличению их производства, по упорядочению хранения, приготовления компостов, технологии и сроков внесения на предприятии.

#### **4 МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ**

Расчет норм минеральных удобрений может производиться балансовым методом в зависимости от запасов элементов питания в почве, внесением их с органическими и минеральными удобрениями, выносом элементов питания с планируемой урожайностью и естественными ежегодными потерями из пахотного горизонта. Расчеты заносятся в таблицу 9.

Система применения удобрений предусматривает распределение по конкретным полям известковых, органических и минеральных удобрений, сроки и способы их внесения, виды и формы удобрений, технологические особенности внесения в зависимости от биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Эти данные заносятся в таблицу 10.

Для расчета балансовым методом норм внесения удобрений можно пользоваться справочным материалом по химическому составу органических и минеральных удобрений, потерь элементов питания из почвы, потребление элементов питания из навоза или использовать приложения И-Л. Рассчитанные нормы внесения удобрений следует сравнить с табличными данными научно-исследовательских учреждений и при необходимости скорректировать с приложениями М-Ц.

Профессионализм и искусство агронома заключается в умении разумно выбрать нормы удобрений, разделить их на дозы и внести в самые оптимальные сроки для получения высоких и качественных урожаев при высокой окупаемости удобрений. Для этого необходимо освоить диагностику минерального питания, что позволяет достаточно точно установить потребность в питании растений по фазам развития. Почвенная диагностика позволяет по результатам агрохимических анализов определить содержание доступных форм Р, К, S, Са, Mg и микроэлементов. Особое значение занимает оценка почв по содержанию азота и дает возможность корректировать дозы азотных удобрений под озимые культуры с осени и в ранневесенние подкормки. Растительная диагностика бывает визуальная и химическая (листовая, тканевая). Важно знать методики отбора почвенных, растительных образцов, принципы анализа и уметь пользоваться их результатами по фазам. Не сложные переносные лаборатории позволяют быстро, прямо в поле, определить обеспеченность элементами питания вегетирующих растений и принять оперативное решение. Так оценка содержания азота в растениях дает возможность определить оптимальную дозу азотных удобрений от 0 до 90 кг д.в./га (приложение Т).

Следует описать технологию применения минеральных удобрений по 2-3 культурам с указанием видов удобрений, машинно-тракторных агрегатов, сроков и способов внесения. Описать агротехнические требования к внесению удобрений и способы контроля качества работ в поле.

На основании спланированной системы применения удобрений в севооборотах составляется годовой план применения удобрений под культуры и заносится в таблицу 8.

Из годового плана применения удобрений подсчитывается потребность в удобрениях севооборота по видам в физической массе и заполняется таблица 8.

Таблица 8 –Годовая потребность в удобрениях предприятия, т физической массы

Севообороты	Органические удобрения			Минеральные удобрения*				
	навоз	компост	зеленое	аммиачная селитра	суперфосфат	хлорид калия	нитрофоска	...
1								
...								
Итого								

**Примечание.** \* - указываются удобрения, которые планируется применять на предприятии

Таблица 9 – Расчет норм минеральных удобрений на запланированный урожай, кг д. в-ва/га

Показатель расчетов	Культура I, т/га			Культура II, т/га			Культура ..., т/га			Примечание
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1. Вынос с урожаем, кг/га										Ур-ть, т/га × вынос 1 т (осн. + поб.) (приложение Ц)
2. Естественные ежегодные потери, кг/га										Приложение – с учетом типа почвы и ее гранулометрического состава
3. <i>ИТОГО УБЫЛЬ NPK</i>										Сумма строк 1 и 2 по отдельным элементам
4. Содержание в пахотном горизонте почвы, мг/кг										Анализы почвы и агрохимический паспорт
5. Содержание в пахотном горизонте почвы, кг/га										Пересчет на массу A <sub>пах</sub> : строка 4 × 3 (коэффициент пересчета на пахотный горизонт)
6. Коэффициент использования элементов питания из почвы, %										Приложение Л
7. Будет использовано растениями из почвы, кг/га										Расчет: (строка 5 × строку 6) : 100%
8. Внесено с органическими удобрениями, кг/га										Норма внесения органических удобрений × содержание элементов питания (Приложение Ж)
9. Коэффициент использования элементов питания из навоза, %										% использования NPK из навоза, Приложения 12,14
10. Будет использовано растениями из навоза, кг/га										Расчет: (строка 8 × строку 9) : 100 %. Необходимо учитывать, что вносится навоз один раз в несколько лет, а использование элементов питания происходит в течение 2-3 лет
11. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га										Расчет: (строка 3) – (строка 7+ строка 10)

Показатель расчетов	Культура I, т/га			Культура II, т/га			Культура ..., т/га			Примечание
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
12. Коэффициент использования элементов питания из минеральных удобрений, %										Приложение Л
13. Поправочный коэффициент к дозе с учетом усвоения NPK										Расчет: 100 % : строку 12
14. Необходимо внести с минеральными удобрениями с учетом коэффициента усвоения, кг д. в./га										Расчет: строка 11 × строку 13

Таблица 10 – Плановая система применения удобрений на предприятии (на 1 га)

№ севооборота и поля	Чередование культур	Планируемый урожай, т/га	Удобрения (всего)									Приемы внесения минеральных удобрений (д. в.), кг/га**						Микроудобрения						
			известковые			органические			минеральные кг д.в./га			основное			припосевное			подкормки			вид удобрения	норма (д. в.), кг/га	способ и сроки внесения	
			форма удобрения	т/га	срок внесения	вид	т/га	сроки внесения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O				
1.1	Картофель	40	CaCO <sub>3</sub> * MgCO <sub>3</sub>	5	IV	Компост	90	IX	120	140	180	90	130	170	10	10	10	20	-	-	Cu	0,3	обработка клубней IX	
1.2																								
1.3																								
1.4																								
...																								
2*																								
Всего: Насыщенность удобрениями в расчете на 1 га (органические и известковые – в т, минеральные – кг д. в.)																								

**Примечания.** \* - Культуры, возделываемые вне севооборота. \*\* - Виды, сроки, способы и машинно-тракторные агрегаты по внесению минеральных удобрений описываются текстом в зависимости от биологических особенностей культур, **особое внимание обратите на подкормки.**



Таблица 11 – Годовой план внесения удобрений (в т/га физической массы)

№ поля	Культура	Основное внесение			Припосевное внесение			Подкормки		
		вид удобрения, % д.в.	доза	срок внесения и марка машины	вид удобрения, % д.в.	доза	срок внесения и марка машины	вид удобрения, % д.в.	доза	срок внесения и марка машины
1.1	Картофель	Компост	90	под зяблевую вспашку (IX) РОУ-6	Нитрофоска, 12 %	0,120	При посадке (IV) СН-4Б	Мочевина, 46 %	0,043	фаза бутонизации (VI) ОПШ-2000
		Суперфосфат, 46 %	0,283	под зяблевую вспашку (IX) РМГ-4				Сульфат меди, 25 %	0,0012	фаза бутонизации (VI) ОПШ-2000
		Хлористый калий, 61 %	0,279	под зяблевую вспашку (IX) РМГ-4						
		Доломитовая мука, 95 %	5	под зяблевую вспашку (IX) РМГ-4						
		Аммиачная селитра, 34 %	0,176	под культивацию (IV) НРУ-0,5						
1.2										
1.3										
1.4										
...										
2*										

Примечание. \* - Культуры, возделываемые вне севооборота.

## 5 ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Оценка системы применения удобрений предприятия проводится по двум направлениям:

1. Агрономическая оценка включает окупаемость удобрений урожаем, хозяйственный баланс и интенсивность применения удобрений. Окупаемость удобрений уменьшается с увеличением норм удобрений и запасов доступных форм элементов питания в почве. Баланс показывает, сколько внесено элементов питания, сколько их будет вынесено с урожаем и потеряно из пахотного горизонта. Рост плодородия почвы обеспечит только положительный баланс по фосфору, калию, кальцию, сере, микроэлементам, но избыток азота опасен, так как азот слабо закрепляется в почве и «лишние» нитраты могут загрязнять окружающую среду. Интенсивность системы применения удобрений показывает уровень развития сельского хозяйства в той или иной стране или на предприятии и количественно выражается в кг д.в./га минеральных и в т/га известковых, органических.

Вы должны проанализировать свою систему применения удобрений с агрономических позиций и описать, как изменится плодородие почв на предприятии при сложившемся балансе (таблица 12) в будущем. При внесении элементов питания сверх бездефицитного баланса эти элементы повышают доступные запасы и могут трансформироваться в почвенно-поглощающем комплексе. Для сдвига на 10 мг/кг почвы в зависимости от типа почвы, ее гранулометрического состава, запасов гумуса, емкости почвенно-поглощающего комплекса, степени насыщенности этими элементами затрачивается от 30 до 120 кг/га действующего вещества.

Таблица 12 – Баланс питательных веществ, кг д. в./га

Севооборот	Внесено с органическими и минеральными удобрениями				Вынесено с урожаем и естественные потери				Баланс (+ или -)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	...	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	...	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	...
1												
2												
...												
Всего на предприятии												

2. Расчет энергетической эффективности применения удобрений. Нынешняя нестабильность цен на удобрения, сельскохозяйственную технику и растениеводческую продукцию при денежной оценке дает лишь краткосрочные выводы по экономической эффективности. Более долгосрочную и объективную оценку позволяют сделать расчеты энергетической эффективности применения

удобрений. Количество энергии затраченное на производство прибавки урожая и ее доработку, все затраты энергии связанные с производством, перевозкой, хранением и применением удобрений должны перекрываться энергией запасенной в этой прибавке. Только в таком случае можно говорить о целесообразности анализируемой системы применения удобрений. Расчеты ведутся в Джоулях на основании нормативных материалов научно-исследовательских учреждений, приведенных в приложениях Ш-Ф и заносятся в таблицу 13.

Расчет энергетической эффективности применения удобрений проводится:

1) Высчитывается накопление энергии сельскохозяйственной продукции (в прибавке урожая от удобрений) по формуле (2):

$$\mathcal{E}_n = Y_n \cdot \mathcal{E}_m \quad (2),$$

где  $\mathcal{E}_n$  – энергия в прибавке урожая, МДж/га;  $Y_n$  – прибавка урожая за счет внесения удобрений, т/га;  $\mathcal{E}_m$  – содержание энергии в 1 т продукции, МДж.

Общие энергозатраты включают затраты на производство, транспортировку, хранение и внесение удобрений, на производство и доработку прибавки урожая от удобрений и рассчитываются по формуле (3):

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 \quad (3),$$

где  $\mathcal{E}_o$  – общие затраты энергии, МДж/га;  $\mathcal{E}_y$  – энергетические затраты на производство удобрений, МДж/га;  $\mathcal{E}_1$  – энергетические затраты на погрузку, транспортировку, хранение и внесение удобрений, МДж/га;  $\mathcal{E}_2$  – энергетические затраты на уборку, доработку и реализацию прибавки урожая, полученной за счет удобрений, МДж/га (приложение F).

2) Энергетические затраты на производство гектарной нормы удобрений рассчитываются по формуле (4):

$$\mathcal{E}_y = (H_N \cdot D_{yN}) + (H_p \cdot D_{yp}) + (H_k \cdot D_{yk}) + (H_{орг} \cdot D_{yорг}) + (H_u \cdot D_{yu}) \quad (4),$$

где  $\mathcal{E}_y$  – энергетические затраты на производство гектарной нормы удобрений вашей системы, МДж/га;  $H_N, H_p, H_k, H_{орг}, H_u$  – фактическая норма внесения азотных, фосфорных, калийных, органических и известковых удобрений физической массы, т/га;  $D_{yN}, D_{yp}, D_{yk}, D_{yорг}, D_u$  – энергетические затраты на производство тонны удобрений, МДж (приложение Ц).

3) Энергетические затраты на погрузку, транспортировку, хранение и внесение удобрений ( $\mathcal{E}_1$ ) следует выбрать из приложений Э-Д в зависимости от нормы удобрений и расстояния их перевозки на пересечении соответствующих строк и граф. Если в севообороте или под культуру вносятся известковые, органические и минеральные удобрения, то эти затраты суммируются.

4) Энергетические затраты на уборку, доработку и реализацию прибавки

урожая, полученного за счет применения удобрения ( $\text{Э}_2$ ) находят умножением планируемой прибавки урожая на норматив энергозатрат (приложение F)

5) Дополнительная энергия и энергетический коэффициент рассчитывается легко в таблице 13. Все результаты расчетов энергетической эффективности системы применения удобрений выгодно, если энергетический коэффициент ( $K_3$ ) больше единицы. При этом воспроизводится с прибавкой урожая энергии больше, чем затрачивается на ее выращивание.

Таблица 13 – Энергетическая эффективность применения системы удобрений

Севооборот, культура	Суммарное количество энергии в прибавке урожая ( $\text{Э}_п$ ), МДж/га	Энергетические затраты				Дополнительная энергия, МДж/га (2 – 6)	Энергетический коэффициент ( $K_3$ ), ед (2:6)
		$\text{Э}_y$	$\text{Э}_1$	$\text{Э}_2$	$\text{Э}_o$ ( $\Sigma 3,4,5$ )		
1							
2							
....							
Всего по предприятию							

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует показать, что спланированная Вами система применения удобрений отвечает всем агрономическим, экономическим требованиям и экономична с точки зрения затрат энергии на производство удобрений, их внесение, уборку и доработку прибавки урожая. При этом Вы гарантируете получение запланированных урожайностей качественной сельскохозяйственной продукции, рост плодородия почв и соблюдение экологической безопасности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при написании работы. В список используемых источников **ОБЯЗАТЕЛЬНО** должны быть включены статьи из периодических изданий.

Список должен включать **не менее 15** источников.

В качестве источников при разработке звеньев систем земледелия необходимо использовать книги, статьи и другие источники, в которых приводятся последние исследования в выбранной тематике.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения рекомендуется включать наименее значимые материалы, или материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в

основную часть. В приложения могут быть включены: материалы, дополняющие работу; формулы и расчеты; таблицы первичных и вспомогательных данных; иллюстрации вспомогательного характера.

Приложения оформляют как продолжение работы на ее последующих страницах.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте выпускной работы.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы прописными буквами слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в документе одно приложение, то оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

### III ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Курсовая работа может быть допущена к защите после проверки научным руководителем и исправления замечаний. Правильно выполненная и оформленная курсовая работа допускается к защите. Защита проводится в форме публичного выступления в учебной группе или собеседования с преподавателем. Процесс защиты включает доклад студента по теме курсовой работы в течение 5-7 минут и ответов на вопросы преподавателя.

По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при итоговой аттестации по дисциплине (на экзамене). Критерии оценки приведены в таблице 14).

Таблица 14 – Критерии оценки при аттестации по курсовой работе

0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
<b>«неудовлетворительно»</b>	<b>«удовлетворительно»</b>	<b>«хорошо»</b>	<b>«отлично»</b>
Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно связать между собой	<b>Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект:</b> знает звенья системы земледелия; обладает минимальными знаниями по биологическим особенностям культуры, по технологии возделывания культуры; не ориентируется в правильности изложения последовательности выполнения технологических приемов возделывания; не может сделать выводы по работе	<b>Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект:</b> знает звенья системы земледелия; обладает достаточными знаниями по биологическим особенностям культуры, по технологии возделывания культуры; правильно излагает последовательность выполнения технологических приемов при возделывании культуры; не может сделать четкие выводы по работе	<b>Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект:</b> знает звенья системы земледелия; обладает полными знаниями по биологическим особенностям культуры, по технологии возделывания культуры; правильно излагает последовательность выполнения технологических приемов при возделывании культуры; при обосновании в расчётах технологических звеньев системы земледелия указывает взаимосвязь их между собой и с уровнем продуктивности системы в целом; выводы по работе

#### IV РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Удобрение, технологии и урожай: справочник агронома по химизации земледелия / В. И. Панасин, М. И. Вихман, В. В. Долина [и др.] – Калининград: Изд-во БФУ им.И. Канта, 2018. – 315 с.
2. Минеев, В. Г. Агрохимия: учебник / В. Г. Минеев. – Москва: МГУ: КолосС, 2004. – 720 с. – ISBN 5-211-00937-1.
3. Ефимов, В. Н. Система удобрения: учебник / В. Н. Ефимов И. Н. Донских, В. П. Царенко. – Москва: КолосС, 2002. – 320 с. – ISBN 5-9532-0021-8.
4. Егоров, В. В. Экологическая химия: учеб. пособие / В. В. Егоров. – СанктПетербург [и др.]: ЛАНЬ, 2009. – 181 с. – ISBN 978-5-8114-0897-9.
5. Юсов, А. И. Методы агрохимических исследований: учеб. пособие / А. И. Юсов, О. М. Бедарева, Т. Н. Троян. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 112 с. – ISBN 978-5-94826-583-4.
6. Брысозовский, И. И. Справочник агронома по химизации сельского хозяйства: учеб. пособие / И. И. Брысозовский, Л. М. Григорович, В. И. Панасин. – Калининград: КГТУ, 2006. – 280 с.
7. Брысозовский, И. И. Справочник агронома по химизации сельского хозяйства / И. И. Брысозовский, Л. М. Григорович, В. И. Панасин. – 2-е изд., доп. – Калининград: ИП Мишуткина И.В., 2008. – 351 с.
8. Практикум по агрохимии / под ред. В. В. Кидина. – Москва: КолосС, 2008. – 598 с. – ISBN 978-5-9532-0387-6.
9. Агрохимия / под ред. И.Р. Вильдфлуша. – Минск: Ураджай, 2001. – 488 с. – ISBN 978-985-7060-21-4.
10. Основы энергосбережения в системе применения удобрений: методические указания / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; сост.: С. П. Кукреш, И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Перськова. – Горки: [б. и.], 2008. – 48 с.
11. Донских, И. Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений / И. Н. Донских. – Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 144 с.
12. Удобрение в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / под ред. И. П. Дерюгина. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 222 с. – ISBN 5-10-001439-3.
13. Кореньков, Д. А. Продуктивное использование минеральных удобрений / Д. А. Кореньков. – Москва: Россельхозиздат, 1985. – 280 с.
14. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин. – Москва: Колос, 1982. – 574 с.
15. Смольский, Е. В. Системы удобрения в агроландшафтах: учеб. пособие / Е. В. Смольский. – Брянск: Брянский ГАУ, 2019. – 116 с. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/133129> (дата обращения: 30.09.2022).
16. Ягодин, Б. А., Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 584 с.

## V ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Вариант заданий на курсовую работу студент выбирает по таблице 15 с учетом последней цифры зачетной книжки.

Таблица 15 – Варианты заданий для написания курсовой работы

	Последняя цифра зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номер варианта	10	7	4	1	3	9	5	2	8	6

### ВАРИАНТ 1

1. Наименование предприятия – ООО «Янтарный».
2. Местоположение – Зеленоградский муниципальный округ.
3. Специализация: основная – растениеводство, дополнительная – молочное животноводство.
4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 810 га.
5. Площадь пашни – 500 га.
6. Площадь сенокосов – 100 га.
7. Площадь пастбищ – 200 га.
8. Площадь вне севооборота – 10 га.
9. поголовье скота: КРС – 320 голов.
10. Основные типы почв: дерново-слабоподзолистые и дерново-слабоподзолистые глееватые.

Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	Номер поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	16,7	27,3	32,1	18,6	25,1
pH <sub>KCl</sub>	4,8	5,2	5,8	5,7	5,1
Гумус, %	2,4	2,1	3,2	2,5	3,3
N, мг/кг	18,9	21,6	64,1	19,4	58,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	126,0	178,0	237,0	110,0	169,0
K <sub>2</sub> O, мг/кг	90,0	158,0	115,6	117,0	185,0
Hг, ммоль/100 г	3,2	2,8	1,8	1,5	3,1

### СЕВООБОРОТ

- I. Горох
- II. Озимая пшеница
- III. Картофель
- IV. Свекла
- V. Овес



## ВАРИАНТ 2

1. Наименование предприятия – ТОО «Коврово»
  2. Местоположение предприятия – Зеленоградский муниципальный округ
  3. Специализация: основная – растениеводство, дополнительная – молочное животноводство
  4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1778 га
  5. Площадь пашни – 1000 га
  6. Площадь сенокосов – 41 га.
  7. Площадь пастбищ – 522 га.
  8. Площадь вне севооборота – 215 га.
  9. Основные типы почв: дерново-подзолистая оглеенная; дерново-слабоподзолистая глееватая среднесуглинистая
  10. поголовье скота – КРС – 135 голов
- Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв предприятия

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	18,4	27,3	25,6	15,1	23,5
pH <sub>KCl</sub>	5,0	5,8	5,7	5,6	5,2
Гумус, %	2,1	2,9	2,8	3,5	2,7
N, мг/кг	23,8	38,6	51,8	48,6	75,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	145	135	160	169	205
K <sub>2</sub> O, мг/кг	110	185	180	80	127
Hг, ммоль/100 г	2,6	1,5	1,6	2,0	2,8

### СЕВООБОРОТ

- I. Люпин на зеленую массу
- II. Озимый рапс
- III. Кукуруза на зерно
- IV. Яровой ячмень
- V. Картофель

## ВАРИАНТ 3

1. Наименование предприятия: ЗАО «Бережковское»
2. Месторасположение – Славский муниципальный округ.
3. Специализация – растениеводство.
4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1100 га.
5. Площадь пашни – 860 га.
6. Площадь сенокосов – 140 га.
7. Площадь пастбищ – 50 га.
8. Площадь вне севооборота – 50 га.

9. Основные типы почв: дерново-подзолистая среднесуглинистая; дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая; серая лесная легкосуглинистая.

10. поголовье скота – нет.

Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице .

Таблица – Агрохимическая характеристика почв предприятия

Показатель	Поле				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	27,6	31,3	32,8	16,5	25,1
pH <sub>KCl</sub>	5,0	5,2	5,9	5,2	6,1
Гумус, %	2,9	2,6	3,2	2,8	3,3
N, мг/кг	78,6	54,2	64,1	58,0	85,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	167	135	137	205	216
K <sub>2</sub> O, мг/кг	160	246	224	87	135
Hг, ммоль/100 г	3,2	2,6	1,4	2,7	1,2

#### СЕВООБОРОТ

I. Капуста

II. Морковь

III. Картофель

IV. Соя

V. Кукуруза на зерно

#### ВАРИАНТ 4

1. Наименование предприятия: ЗАО «Матик»

2. Месторасположение: Багратионовский муниципальный округ.

3. Специализация: основная – молочное животноводство, дополнительная – растениеводство.

4. Площадь сельхозугодий – 1520 га.

5. Площадь пашни – 920 га.

6. Площадь сенокосов – 200 га.

7. Площадь пастбищ – 400 га.

8. Площадь вне севооборота – 0 га.

9. поголовье скота: КРС (стойловое содержание) – 1500 голов.

10. Основные типы почв: дерново-слабоподзолистые и дерново-слабоподзолистые глееватые.

Агрохимическая характеристика почвы представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	22,4	17,3	22,1	27,5	25,1
pH <sub>KCl</sub>	4,8	5,2	5,8	5,2	5,6
Гумус, %	2,4	2,9	2,5	2,7	3,5
N, мг/кг	80,1	94,2	75,9	82,3	78,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	87	178	237	220	169
K <sub>2</sub> O, мг/кг	135	96	148	227	185
Hг, ммоль/100 г	1,2	2,4	1,2	2,4	2,1

### СЕВООБОРОТ

- I. Кормовые бобы
- II. Яровая пшеница
- III. Картофель
- IV. Кукуруза на силос
- V. Свекла

### ВАРИАНТ 5

1. Наименование предприятия – КФХ «Надежда»;
  2. Местоположение предприятия – Неманский муниципальный округ.
  3. Специализация – мясное животноводство.
  4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1500 га.
  5. Площадь пашни – 1500 га.
  6. Площадь сенокосов – 0 га.
  7. Площадь пастбищ – 0 га.
  8. Площадь вне севооборота – 0 га.
  9. Основные типы почв: дерново-слабоподзолистые и дерново-слабоподзолистые глееватые.
  10. поголовье скота – 2200 свиней.
- Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	18,4	28,6	25,6	16,1	33,5
pH <sub>KCl</sub>	4,8	5,9	5,7	5,8	5,7
Гумус, %	1,9	2,9	2,8	3,2	3,2
N, мг/кг	75,0	29,3	35,8	65,3	21,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	235	90	160	220	205
K <sub>2</sub> O, мг/кг	90	190	180	80	227
Hг, ммоль/100 г	3,0	1,4	1,6	1,6	2,2

## СЕВООБОРОТ

- I. Однолетние травы на зеленую массу
- II. Озимый ячмень
- III. Кормовые бобы
- IV. Свекла кормовая
- V. Картофель

## ВАРИАНТ 6

1. Наименование предприятия – ТОО «Светлое».
  2. Местоположение – Светловский городской округ.
  3. Специализация: основная – растениеводство, дополнительная – молочное животноводство.
  4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1000 га.
  5. Площадь пашни – 500 га.
  6. Площадь сенокосов – 150 га, в том числе культурных 100 га.
  7. Площадь пастбищ – 250 га, в том числе культурных 100 га.
  8. Площадь вне севооборота – 100 га.
  9. Основные типы почв: дерново-подзолистая супесчаная; дерново-слабоподзолистая глееватая легкосуглинистая; дерново-глеевая среднесуглинистая.
  10. поголовье скота: КРС – 100 голов, свиньи – 15 голов
- Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	22,4	27,3	32,8	23,5	15,1
pH <sub>KCl</sub>	5,0	5,2	5,7	5,2	5,1
Гумус, %	1,9	2,4	3,2	2,7	3,1
N, мг/кг	20,9	42,3	40,1	32,6	28,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	167	135	137	205	169
K <sub>2</sub> O, мг/кг	130	176	232	127	85
Hг, ммоль/100 г	2,6	2,2	1,4	2,8	2,6

## СЕВООБОРОТ

- I. Люпин на зеленую массу
- II. Озимый рапс
- III. Кукуруза на зерно
- IV. Яровой ячмень
- V. Картофель

## ВАРИАНТ 7

1. Наименование предприятия – КХ «Воробьевский В.И.».
  2. Местоположение – Нестеровский муниципальный округ.
  3. Специализация – растениеводство.
  4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 821 га.
  5. Площадь пашни – 775 га.
  6. Площадь сенокосов – 0 га.
  7. Площадь пастбищ – 20 га.
  8. Площадь вне севооборота – 26 га.
  9. Основные типы почв: дерново-подзолистая супесчаная; дерново-слабоподзолистая глееватая легкосуглинистая; дерново-глеевая среднесуглинистая.
  10. поголовье скота – нет.
- Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	22,4	27,3	32,8	23,5	15,1
pH <sub>KCl</sub>	6,2	5,9	5,9	6,1	5,4
Гумус, %	2,4	1,7	2,6	3,1	2,7
N, мг/кг	21,0	26,2	30,5	25,4	42,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	71,0	84,5	158,2	105,0	95,2
K <sub>2</sub> O, мг/кг	139,0	131,5	128,6	151,0	110,6
Hг, ммоль/100 г	2,0	1,9	3,0	1,2	2,2

### СЕВООБОРОТ

- I. Яровой рапс
- II. Озимая пшеница
- III. Овес
- IV. Бобы кормовые
- V. Озимый ячмень

## ВАРИАНТ 8

1. Наименование предприятия – ООО «Малиновское».
2. Местоположение – Гвардейский муниципальный округ.
3. Специализация – растениеводство, дополнительное – молочное животноводство.
4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1000 га.
5. Площадь пашни – 500 га.
6. Площадь сенокосов – 150 га.

7. Площадь пастбищ – 350 га.
8. Площадь вне севооборота- 0 га.
9. Основные типы почв: дерново-слабоподзолистые и дерново-слабоподзолистые глееватые.
- 10.Поголовье скота: КРС (коровы) – 150 голов.

Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв ООО «Малиновское»

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	22,4	27,3	32,8	23,5	15,1
pH <sub>KCl</sub>	5,0	5,2	5,7	5,2	5,1
Гумус, %	1,9	2,4	3,2	2,7	3,1
N, мг/кг	50,3	29,9	35,9	45,7	51,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	167	135	137	205	169
K <sub>2</sub> O, мг/кг	130	176	232	127	85
Hг, ммоль/100 г	2,6	2,2	1,4	2,8	2,6

#### СЕВООБОРОТ

- I. Картофель ранний
- II. Горох
- III. Озимая рожь
- IV. Кукуруза на силос
- V. Яровой ячмень

#### ВАРИАНТ 9

1. Наименование предприятия – ООО «Татарское».
  2. Местоположение – Полесский муниципальный округ.
  3. Специализация: основная – растениеводство, дополнительная – молочное животноводство.
  4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1100 га.
  5. Площадь пашни – 500 га.
  6. Площадь сенокосов – 200 га.
  7. Площадь пастбищ – 400 га.
  8. Площадь вне севооборота- 0 га.
  9. Основные типы почв: дерново-слабоподзолистые и дерново-слабоподзолистые глееватые.
  10. Поголовье скота: КРС (коровы) – 150 голов
- Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	22,4	17,3	22,1	27,5	25,1
pH <sub>KCl</sub>	4,8	5,2	5,8	5,2	5,6
Гумус, %	2,4	2,9	2,5	2,7	3,5
N, мг/кг	32,1	36,8	51,0	39,4	42,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	87	178	237	220	169
K <sub>2</sub> O, мг/кг	135	96	148	227	185
Hг, ммоль/100 г	1,2	2,4	1,2	2,4	2,1

### СЕВООБОРОТ

- I. Капуста
- II. Свекла
- III. Яровой ячмень
- IV. Морковь
- V. Картофель

### ВАРИАНТ 10

1. Наименование предприятия – ООО «Шатровское».
2. Местоположение – Зеленоградский муниципальный округ.
3. Специализация: основная – растениеводство, дополнительная – молочное животноводство.
4. Площадь сельскохозяйственных угодий – 1200 га.
5. Площадь пашни – 1000 га.
6. Площадь сенокосов – 150 га.
7. Площадь пастбищ – 50 га.
8. Площадь вне севооборота- 0 га.
9. Основные типы почв: дерново-слабоподзолистые и дерново-слабоподзолистые глееватые.
10. поголовье скота: КРС (коровы) – 250 голов

Агрохимическая характеристика почвы хозяйства представлена в таблиц.

Таблица – Агрохимическая характеристика почв

Показатель	№ поля				
	1	2	3	4	5
Физическая глина, %	14,4	17,3	24,8	23,5	15,1
pH <sub>KCl</sub>	5,0	5,2	5,7	5,2	5,3
Гумус, %	2,4	2,1	2,7	2,4	3,2
N, мг/кг	32,1	29,8	40,8	46,1	36,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	184	210	237	205	190
K <sub>2</sub> O, мг/кг	95	98	156	136	85
Hг, ммоль/100 г	2,8	2,3	1,4	2,0	2,6

## СЕВООБОРОТ

- I. Кукуруза на силос
- II. Озимая пшеница
- III. Картофель
- IV. Однолетние травы на зеленую массу
- V. Яровой ячмень



## ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Образец оформления титульного листа

#### ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Калининградский государственный технический университет»**

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра агрономии и агроэкологии

Курсовая работа  
допущена к защите

Руководитель: \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание, должность\*)

\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Курсовая работа защищена  
с оценкой \_\_\_\_\_

Руководитель: \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание, должность\*)

\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### ТЕМА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине  
«Агрохимия»  
КР.33.ХХ.ХХ.ХХ<sup>2</sup>.Х<sup>3</sup>.Х<sup>4</sup>

Работу выполнил:

студент гр.\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Калининград  
20\_\_

## ПОЯСНЕНИЯ

Обозначения в шифре

**КР.ХХ<sup>1</sup>.ХХ.ХХ.ХХ<sup>2</sup>.Х<sup>3</sup>.ХХ<sup>4</sup>.ПЗ**

КР – курсовая работа.

33 – номер кафедры агрономии и агроэкологии.

ХХ.ХХ.ХХ<sup>2</sup> – шифр направления подготовки

Х<sup>3</sup> – последняя цифра года, когда выполнена работа (например, 2022 г., будет цифра 2).

ХХ<sup>4</sup> – номер варианта для выполнения курсовой работы (или номер темы в списке тем для написания курсовой работы). В случае отсутствия номера варианта/темы указываются две последние цифры зачетной книжки.

ПЗ – пояснительная записка

\*Ученую степень и звание следует сокращать в соответствии с рекомендациями Министерства науки РФ, например:

<b>Сокращение</b>	<b>Полное написание</b>
<b>Учёные степени</b>	
д-р биол. наук	доктор биологических наук
д-р ветеринар. наук	доктор ветеринарных наук
д-р пед. наук	доктор педагогических наук
д-р с.-х. наук	доктор сельскохозяйственных наук
д-р техн. наук	доктор технических наук
д-р хим. наук	доктор химических наук
канд. биол. наук	кандидат биологических наук
канд. ветеринар. наук	кандидат ветеринарных наук
канд. пед. наук	кандидат педагогических наук
канд. с.-х. наук	кандидат сельскохозяйственных наук
канд. техн. наук	кандидат технических наук
канд. хим. наук	кандидат химических наук
<b>Учёные звания</b>	
доц.	доцент
проф.	профессор

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(справочное)

**Ориентировочные дозы извести ( $\text{CaCO}_3$ ) в зависимости от обменной кислотности ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) и гранулометрического состава почвы, т/га**

Гранулометрический состав почвы	Обменная кислотность, $\text{pH}_{\text{KCl}}$					
	< 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Песчаная, супесчаная	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,0
Суглинки легкие	6,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
Суглинки средние и тяжелые	8,0	6,5	5,0	4,5	4,0	3,5
Торфяные почвы	10,0	8,0	6,0	5,0	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(справочное)

**Оптимальная рабочая ширина захвата машин по внесению  
известковых удобрений**

Норма внесения извести (т/га) при содержании CaCO <sub>3</sub> 100 %	Оптимальная рабочая ширина захвата машин, м	
	пневматические	центробежные
1,0	9,4	10,5
2,0	7,4	8,6
3,0	6,3	7,9
4,0	5,5	7,5
5,0	5,1	7,5
6,0	4,9	7,5
7,0	4,7	7,5
8,0	4,6	7,5
9,0	4,5	7,1
10,0	4,5	6,4
11,0	4,5	5,8
12,0	4,5	5,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(справочное)

**Увеличение неравномерности внесения извести в зависимости  
от колебания рабочей ширины захвата, %**

Максимальная разница в ши- рине захвата, м	Заданная ширина захвата, м								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,0	2,3	1,1	0,3	-	-	-	-	-	-
1,5	5,3	3,5	2,3	1,5	1,0	-	-	-	-
2,0	8,3	5,9	4,3	3,2	2,2	1,6	1,1	-	-
2,5	11,4	8,3	6,3	4,9	3,7	2,9	2,3	1,7	1,1
3,0	14,4	10,9	8,3	6,6	5,3	4,3	3,5	2,8	2,3
3,5	17,4	13,2	10,4	8,3	6,8	5,6	4,7	3,9	3,3
4,0	20,4	15,6	12,4	10,1	8,3	7,0	5,9	5,0	4,3
4,5	23,5	18,0	14,4	11,8	9,8	8,4	7,1	6,1	5,3
5,0	26,5	20,4	16,4	13,5	11,4	9,7	8,3	7,2	6,3
6,0	-	25,3	20,4	17,0	14,4	12,4	10,8	9,4	8,3
7,0	-	-	24,5	20,4	17,4	14,1	13,2	11,6	10,4
8,0	-	-	-	23,9	20,4	17,8	15,6	13,8	12,4
9,0	-	-	-	27,4	23,5	20,4	18,0	16,0	14,4
10,0	-	-	-	-	26,5	23,1	20,4	18,2	16,4
11,0	-	-	-	-	-	25,8	22,9	20,4	18,4
12,0	-	-	-	-	-	-	25,3	22,6	20,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
(справочное)

**Нормативы сдвига рН от 1 т СаСО<sub>3</sub>**

Типы почвы и гранулометрический состав	Кислотность рН <sub>КС1</sub>	Изменение Рн от 1 т СаСО <sub>3</sub>	
		экспериментальное	с учетом производственных условий
Дерново-подзолистые: суглинистые и глинистые	Менее 4,5	0,14	0,10
	4,6– 5,0	0,12	0,08
	5,1 – 5,5	0,10	0,07
	5,6 – 6,0	0,08	0,05
супесчаные	Менее 4,5	0,18	0,13
	2,6– 5,0	0,14	0,10
	5,1 – 5,5	0,11	0,08
	5,6 – 6,0	0,09	0,06
песчаные	Менее 4,5	0,20	0,14
	2,7– 5,0	0,15	0,11
	5,1 – 5,5	0,12	0,08
	Менее 4,5	0,06	0,05
Торфяно-болотные	Менее 4,5	0,06	0,05
	4,6 – 5,0	0,05	0,04

ПРИЛОЖЕНИЕ Е  
(справочное)

**Нормативы потребности органических удобрений, т/га севооборотной  
площади в год**

Дерново- подзолистые почвы	Для бездефицитного баланса при удельном весе пропашных культур, %			Для слабого положительного ба- ланса гумуса при его содержа- нии в почве, %				Образует- ся гумуса из 1 т навоза, кг
	10	20	30	до 1,5	1,51- 2,0	2,01- 2,5	более 2,5	
Суглинистые	10,0	11,0	12,0	3,0	2,0	1,0	0,5	50,0
Супесчаные, подстилаемые мореной	12,0	12,5	13,0	3,4	2,3	1,2	0,6	45,0
Супесчаные, подстилаемые песками	13,0	14,0	15,0	3,8	2,6	1,4	-	40,0
Песчаные	15,0	16,0	18,0	4,3	3,0	1,7	-	35,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж  
(справочное)

**Содержание элементов питания в органических, зеленых удобрениях и подстилке, %**

Вид продукции	Вода	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	HgO	SO <sub>3</sub>
Навоз КРС:							
на соломенной подстилке	70-80	0,21–0,75	0,20-0,05	0,22-0,85	0,20-0,40	0,13	0,04
на торфяной подстилке	70-75	0,50	0,18	0,40	0,35	0,12	0,04
безподстилочный	89	0,40	0,20	0,45	-	-	-
безподстилочный	92	0,28	0,14	0,32	-	-	-
безподстилочный	95	0,17	0,08	0,20	-	-	-
безподстилочный	98	0,07	0,03	0,08	-	-	-
Навоз свиной:							
на соломенной подстилке	80-85	0,28-1,05	0,50-0,73	0,22-0,85	0,18	0,09	0,04
безподстилочный	92	0,38	0,19	0,18	-	-	-
безподстилочный	95	0,24	0,12	0,11	-	-	-
безподстилочный	98	0,10	0,05	0,05	-	-	-
Навоз овец, коз	60-65	0,83	0,25	0,67	-	-	-
Помет кур, уток	56-70	0,5-1,6	0,50-1,50	0,80-0,90	0,80-0,90	0,20-0,70	0,30-0,40
Торфонавозные компосты	65-75	0,60	0,16	0,30	0,37	0,11	0,03
Сапрпель	70-80	0,40-2,50	0,04-0,03	0,04-0,08	0,10-1,90	0,08-0,30	-
Люпин (з/м)	87	0,50	0,11	0,20	0,46	0,06	-
Рожь озимая (з/м)	85	0,09	0,16	0,20	0,05	0,02	-
Солома злаковых	14	0,34-0,50	0,13-0,20	0,90-1,12	0,21-0,28	0,07-0,10	0,30
Солома бобовых	14	1,25-1,29	0,16-0,29	1,07-1,94	0,91-1,20	0,16-0,26	-
Солома рапсовая	15	0,53	0,11	0,85	0,81	0,16	-
Клевер (сено)	16	1,97	0,56	1,50	2,35	0,76	0,14
Торф	60	0,70-1,00	0,03-1,10	0,03-0,07	0,04-0,94	-	-
Опилки древесные	30	0,04	0,02	0,04	-	-	-



ПРИЛОЖЕНИЕ И  
(справочное)

Потребление элементов питания из 1 тонны органических удобрений

Вид удобрений	Первый год						Второй год		
	кг д. в-ва			г			кг д. в-ва		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Cu	Zn	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Навоз КРС на соломенной подстилке	0,90	0,50	2,00	0,5	0,7	5,4	0,50	0,15	0,48
2. Навоз КРС на торфяной подстилке	0,68	0,41	1,60	0,6	0,5	3,6	0,42	0,11	0,38
3. Навоз КРС полужидкий	0,80	0,42	2,00	0,6	0,7	3,0	0,40	0,11	0,34
4. Навоз КРС жидкий	0,55	0,32	1,57	0,4	0,5	1,9	0,27	0,10	0,26
5. Навоз свиной на соломенной подстилке	0,84	0,70	2,24	0,9	0,9	7,8	0,42	0,30	0,53
6. Навоз свиной полужидкий	0,72	0,25	1,65	0,9	1,2	12,8	0,35	0,11	0,25
7. Навоз свиной жидкий	0,60	0,22	1,00	0,6	0,7	8,0	0,29	0,10	0,15
8. Навозные стоки	0,15	0,15	0,40	0,2	0,2	0,8	0,04	0,08	0,13
9. Торфо-навоз. компост (1:1)	0,70	0,35	1,80	0,6	0,4	2,0	0,30	0,14	0,29
10. Торфо-навоз. компост (1:2)	0,40	0,27	0,74	0,9	0,7	2,0			
11. Навоз лошадей	1,04	0,77	2,75	-	-	-	0,70	0,33	0,66
12. Навоз овец	2,07	0,60	2,80	1,9	2,9	6,0	0,82	0,24	0,60
13. Птичий помет	3,28	4,0	2,75	1,1	0,4	19,5	1,64	1,95	0,66
14. Торфо-пометный компост (1:1)	2,04	2,05	1,50	1,2	0,5	10,8	1,02	0,98	0,30
15. Торфо-пометный компост (1:2)	2,44	2,50	1,50	1,1	0,5	13,8	1,22	1,20	0,30
16. Торфожижевой компост (2:1)	0,95	0,15	0,50	1,0	0,5	4,1	0,40	0,05	0,20
17. Сапропели органические	0,50	0,22	0,75	2,4	1,9	30,0	0,27	0,09	0,18
18. Зеленое удобрение	1,35	0,25	0,85	-	-	-	0,40	0,12	0,17

ПРИЛОЖЕНИЕ К  
(справочное)

**Ежегодные потери элементов питания от вымывания и слабой степени эрозии, кг/га**

Почвы	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Дерново-подзолистые:						
- суглинистые;	15	2	12	65	16	16
- супесчаные;	26	3	13	107	26	26
- пески.	28	4	20	115	32	30
Торфяно-болотные	24	2	15	119	18	17

ПРИЛОЖЕНИЕ Л  
(справочное)

**Примерные коэффициенты использования элементов питания из почвы, органических и минеральных удобрений, %**

Наименование источника	Коэффициент использования		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Почва дерново-подзолистая	8,0-12,0	6,0-10,0	8,0-14,0
Минеральные удобрения	55,0-65,0	38,0-42,0	65,0-75,0
Подстилочный навоз:			
в 1-й год использования	20,0-25,0	25,0-30,0	50,0-60,0
во 2-й год использования	17,0-23,0	10,0-16,0	10,0-15,0
в 3-й год использования	8,0-12,0	3,0-7,0	–
В целом за ротацию севооборота	50,0-55,0	40,0-50,0	60,0-75,0

ПРИЛОЖЕНИЕ М  
(справочное)

**Предельные дозы минеральных удобрений по д. в., кг/га**

Культура	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O
	мин.	макс.	мин.	макс.	макс.
Озимые зерновые	20	120	10	150	180
Озимые на з. м.	20	150	10	90	130
Озимые зерновые + травы	20	90	10	180	180
Яровые зерновые	20	120	10	150	180
Яровые зерновые + травы	20	60	10	180	180
Гречиха	20	60	10	120	130
Зернобобовые	20	40	10	150	170
Люпин (зерно)	00	00	10	120	150
Зернобобовые (зел. масса)	20	50	10	150	150
Бобово-злаковые смеси (зерно)	20	50	10	140	150
Бобово-злаковые смеси (зел. масса)	20	60	10	140	150
Картофель	30	120	20	180	210
Кормовая свекла	30	180	20	180	300
Кукуруза (з. м.)	30	150	20	180	220
Кукуруза (зерно)	30	150	20	180	220
Кормовая брюква	20	120	20	160	180
Турнепс	20	120	20	160	220
Кормовая морковь	20	120	20	160	200
Крестоцветные (семена)	20	150	10	150	125
Крестоцветные (з. м.)	20	160	10	120	200
Однолетние и многолетние злаковые травы (сено)	30	180	10	120	230
Многолетние бобовые травы (сено)	20	30	20	120	200
Многолетние бобово-злаковые травы (сено)	20	60	10	120	200
Однолетние и многолетние злаковые травы (семена)	20	100	10	120	200
Многолетние бобовые травы (семена)	00	00	20	120	200
Капуста	20	150	20	160	220
Свекла столовая	20	120	20	180	200
Морковь	20	90	20	160	220
Томаты	20	120	20	150	180
Огурцы	20	90	20	120	120
Лук-репка	20	90	20	120	150
Зеленые овощи	20	60	20	120	150
Сенокосы	30	180	20	120	200
Пастбища	30	240	20	120	240
Плодовые деревья, ягодники	20	120	20	120	150
Лен (волокно)	10	40	20	140	150
Конопля (волокно)	10	60	20	140	120
Сахарная свекла	30	150	20	180	230

*Примечание:* 1) Минимальная доза K<sub>2</sub>O во всех перечисленных случаях 20 кг/га

ПРИЛОЖЕНИЕ Н  
(справочное)

**Дозы азотных удобрений под озимые зерновые культуры на дерново-подзолистых почвах при плотности стеблестоя 800-1000 шт./м<sup>2</sup>**

Планируемая урожайность, ц/га	Предшественники		
	зерновые, лен, крестоцветные	однолетние и многолетние бобово-злаковые травы	зернобобовые, многолетние бобовые травы
<b>Суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые мореной</b>			
< 30	50 – 60	40 – 50	35 – 40
31 – 40	70 – 80	60 – 70	50 – 60
41 – 50	80 – 90	70 – 80	70 – 60
<b>Супесчаные и песчаные почвы, подстилаемые песком</b>			
< 30	80 – 90	70 – 80	60 – 70
31 – 40	90 – 100	80 – 90	70 – 80
41 – 50	100 – 110	90 – 100	80 – 90

ПРИЛОЖЕНИЕ П  
(справочное)

**Примерные дозы азотных удобрений в основном внесении под озимые зерновые культуры с учетом данных почвенной диагностики**

Обеспеченность почвы усвояемым азотом, кг/га	Дозы азота, кг/га	
	суглинистые и супесчаные почвы на морене (рожь, пшеница)	песчаные и супесчаные почвы на песках (рожь)
< 120	45 – 60	30
120 – 200	30 – 40	-
> 200	Удобрения не вносят	

ПРИЛОЖЕНИЕ Р  
(справочное)

**Примерные дозы азотных удобрений для подкормки зерновых культур с учетом данных почвенной диагностики**

Обеспеченность почвы азотом, кг/га		Доза азота, кг/га		
азот усвояемый	азот минеральный (нитратный + аммиачный)	озимая рожь	озимая пшеница	яровые
< 120	< 60	50 – 60	60 – 90	50 – 60
120 – 200	60 – 100	30 – 40	40 – 60	30 – 40
201 – 300	101 – 150	20 – 30	30 – 40	20 – 30
> 300	> 150	-	0 – 20	не вносят

**Примечание:** Более высокие дозы применяют при густоте побегов менее 800 шт./м<sup>2</sup> озимой ржи и менее 900 – озимой пшеницы, а также при длительной холодной погоде

ПРИЛОЖЕНИЕ С  
(справочное)

**Доза азота для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур  
на торфяно-болотных почвах по д. в., кг/га**

Планируемый урожай, т/га	Торфяно- и торфянисто-глиевые почвы		Торфяно-болотные почвы с мощностью торфа более 0.5 м	
	предшественники			
	небобовые культуры	однолетние и многолетние бобово-злаковые травы	небобовые культуры	однолетние и многолетние бобово-злаковые травы
2,1 – 3,0	35	30	20	20
3,1 – 4,0	50	40	30	20
4,1 – 5,0	55	40	40	25

ПРИЛОЖЕНИЕ Т  
(справочное)

**Содержание азота в растениях и дозы азотных удобрений для подкормки озимых пшеницы и ржи**

Фазы развития	Озимая пшеница			Озимая рожь		
	содержание в сухой массе		доза, кг/га	содержание в сухой массе		доза, кг/га
	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	N общий, %		N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	N общий, %	
Начало стеблевания	менее 400	менее 2,1	50 – 60	менее 300	менее 2,0	40 – 50
	400-700	2,1 – 3,4	40 – 50	300-600	2,0 – 3,0	30 – 40
	701-900	3,5 – 4,1	20 – 30	601-800	3,1 – 3,7	20 – 30
	901-1600	4,2 – 5,0	-	801-1500	3,8 – 4,5	-
	более 1600	более 5,0	-	более 1500	более 4,5	-
Стеблевание (2 узла)	менее 300	менее 1,9	40 – 50	менее 200	менее 1,8	30 – 40
	300-600	1,9 – 2,7	30 – 40	200-500	1,8 – 2,5	20 – 30
	601-800	2,8 – 3,4	0 – 20	501-700	2,6 – 3,2	0 – 20
	801-1400	3,5 – 4,5	-	701-1200	3,3 – 3,8	-
	более 1400	более 4,5	-	более 1200	более 3,8	-
Раскрытие последнего листа	менее 200	менее 1,7	30 – 40	менее 100	менее 1,6	30 – 40
	200-300	1,7 – 2,2	20 – 30	100-200	1,6 – 2,0	20 – 30
	301-400	2,3 – 3,0	0 – 20	201-300	2,1 – 2,7	0 – 20
	401-700	3,1 – 4,0	-	301-600	2,8 – 3,2	-
	более 700	более 4,0	-	более 600	более 3,2	-
Колошение	-	менее 1,8	30	-	менее 1,5	30
	-	1,8 – 2,7	20	-	1,5 – 2,0	20
	-	2,8 – 3,5	-	-	2,1 – 2,8	-
	-	более 3,5	-	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ У  
(справочное)

**Дозы калийных удобрений под озимые зерновые культуры по д. в., кг/га**

Содержание K <sub>2</sub> O, мг/кг		Планируемая урожайность, т/га	Почвы		
минеральные почвы	торфяно- болотные		суглинистые, супесчаные на морене	супесчаные, песчаные на песках	торфяно- болотные
< 80	< 200	2,5 – 3,0	80 – 90	90 – 100	100 – 110
81 – 140	201 – 400		60 – 70	70 – 80	80 – 90
141 – 200	401 – 600		50 – 60	60 – 70	70 – 80
201 – 300	601 – 1000		-	-	30 – 40
< 80	< 200	3,1 – 4,0	90 – 110	100 – 120	120 – 130
81 – 140	201 – 400		70 – 90	80 – 100	100 – 120
141 – 200	401 – 600		60 – 70	70 – 90	80 – 100
201 – 300	601 – 1000		-	30 – 40	40 – 50
< 80	< 200	4,1 – 5,0	120 – 110	120 – 130	110 – 150
81 – 140	201 – 400		90 – 100	100 – 110	110 – 130
141 – 200	401 – 600		70 – 80	90 – 100	100 – 110
201 – 300	601 – 1000		40 – 50	50 – 60	60 – 70
> 300	> 1000		30 – 40	40 – 50	50 – 60

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф  
(справочное)

**Дозы фосфорных удобрений под озимые зерновые культуры по д. в., кг/га**

Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг		Планируемая урожайность, т/га	Почвы		
минеральные почвы	торфяно- болотные		суглинистые, супесчаные на морене	супесчаные, песчаные на песках	торфяно- болотные
< 100	< 300	2,5 – 3,0	60 – 70	50 – 60	70 – 80
101 – 150	301 – 500		50 – 60	40 – 50	60 – 70
151 – 200	501 – 600		20 – 30	10 – 20	30 – 40
201 – 300	601 – 1000		-	-	10 – 20
< 100	< 300	3,1 – 4,0	70 – 80	60 – 70	80 – 90
101 – 150	301 – 500		60 – 70	50 – 60	70 – 80
151 – 200	501 – 600		30 – 40	20 – 30	40 – 50
201 – 300	601 – 1000		10 – 20	-	20 – 30
< 100	< 300	4,1 – 5,0	90 – 100	80 – 90	100 – 110
101 – 150	301 – 500		70 – 80	60 – 70	80 – 90
151 – 200	501 – 600		40 – 50	30 – 40	50 – 60
201 – 300	601 – 1000		20 – 30	10 – 20	30 – 40

ПРИЛОЖЕНИЕ X  
(справочное)

**Примерные дозы минеральных удобрений (кг/га по д. в.)  
для зернобобовых культур на урожайность 2,5-3,5 т/га**

Удобрения	Содержание в почве P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и K <sub>2</sub> O, мг/кг	Культуры			
		горох	люпин кормовой	вика яровая	кормовые бобы
Азотные		40 – 50	20 – 30	40 – 50	40 – 50
Фосфорные	< 150	60 – 70	50 – 60	70 – 80	80 – 90
	151 – 200	50 – 60	40 – 50	50 – 60	60 – 70
	201 – 300	40 – 50	30 – 40	40 – 50	50 – 60
	>300	30 – 40	20 – 30	30 – 40	40 – 50
Калийные	< 140	70 – 80	70 – 80	70 – 80	70 – 80
	141 – 200	60 – 70	60 – 70	60 – 70	60 – 70
	201 – 300	50 – 60	50 – 60	50 – 60	50 – 60
	> 300	40 – 50	40 – 50	40 – 50	40 – 50

**Примечание.** На бедных почвах и при холодной весне азотные удобрения вносятся в более высоких дозах.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ц  
(справочное)

**Вынос элементов питания с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг д. в-ва**

Культуры	Вид продукции	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
Озимая пшеница	Зерно	28,2	10,8	19,2	4,7	3,1	5,0
Озимая рожь	Зерно	28,0	12,1	23,3	4,1	3,1	6,0
Яровой ячмень	Зерно	29,0	11,9	27,4	4,8	3,0	9,0
Овес	Зерно	25,9	12,4	28,6	4,2	3,3	12,0
Люпин	Зерно	84,3	19,9	44,0	18,8	8,5	14,2
Горох	Зерно	58,9	14,0	29,0	24,0	4,8	10,5
Бобы кормовые	Зерно	53,0	18,1	32,1	25,0	7,4	11,9
Вика яровая	Зерно	60,0	18,0	38,0	21,4	6,6	12,1
Кормовая свекла	Корнеплоды	3,5	1,1	7,8	9,0	8,0	1,0
Морковь кормовая	Корнеплоды	2,6	1,0	5,0	9,0	8,0	1,0
Картофель столовый	Клубни	5,4	1,6	10,7	2,2	1,1	8,0
Кукуруза на силос	З.м.	3,3	1,2	4,2	6,0	5,0	9,0
Однолетние злаковые травы	З.м.	2,8	1,1	5,1	1,4	6,0	6,0
Однолетние бобовые травы	З.м.	4,6	1,2	4,0	3,5	9,0	8,0
Многолетние злаковые травы	Сено	14,9	4,5	24,1	4,9	2,0	1,5
Многолетние бобовые травы	Сено	23,4	5,1	27,2	15,3	7,6	2,6
Сенокосы	Сено	16,1	4,9	22,0	9,5	4,1	2,0
Пастбища	З. м.	5,3	8,0	4,9	2,5	1,2	5,0
Редька масличная	З. м.	4,3	1,3	5,5	1,6	1,0	8,0
Озимая рожь	З. м.	4,8	1,2	4,0	1,2	6,0	7,0
Озимый рапс	З. м.	5,0	7,0	4,7	2,8	1,1	4,0
Озимый рапс	Семена	58,0	29,0	86,0	5,2	1,9	19,0
Многолетние бобовые травы	Семена	260,0	65,0	200,0	19,1	9,0	38,4
Многолетние злаковые травы	Семена	195,0	75,0	185,0	4,1	3,5	49,5
Плодовые деревья	Плоды	5,0	1,6	6,0	-	-	-
Ягодники	Ягоды	9,1	3,0	9,6	-	-	-
Капуста белокочанная	Кочаны	4,0	1,0	4,5	5,8	2,0	2,0
Томаты	Плоды	1,6	5,0	2,8	2,0	1,7	1,0
Огурцы	Плоды	1,3	5,0	2,3	1,5	1,0	6,0
Лук	Луковицы	3,0	1,2	4,0	2,0	1,1	6,0
Зеленые овощи	Товарная продукция	3,0	1,0	4,5	-	-	-
Растениеводческая продукция (на 100 к. ед.)	К. ед.	21,0	8,0	22,0	8,1	4,3	5,3



ПРИЛОЖЕНИЕ Ш  
(справочное)

**Содержание энергии в растениеводческой продукции (Э<sub>т</sub>), МДж/т**

Культура	Вид продукции	В стандартной продукции
Пшеница озимая	Зерно	16450
	Солома	14400
Рожь озимая	Зерно	16760
	Солома	14320
Ячмень	Зерно	16450
	Солома	13760
Овес	Зерно	16170
	Солома	14210
Люпин	Зерно	18040
	Солома	15840
Горох	Зерно	16340
	Солома	12690
Вика	Зерно	16340
	Солома	13590
Гречиха	Зерно	16670
Лен-долгунец	Волокно	18010
	Семена	21270
Картофель	Клубни	3800
Сахарная свекла	Корни	4390
	Ботва	1600
Кормовые корнеплоды	Корни	2090
	Ботва	1620
Кукуруза	Зел. масса	3740
Многолетние травы	Зел. масса	3670
	Сено	15460
Однолетние травы	Зел. масса	2760
	Сено	15500
Лугопастбищные травы	Зел. масса	3120

ПРИЛОЖЕНИЕ Ц  
(справочное)

**Энергетические затраты на производство минеральных, известковых  
и органических удобрений (Э<sub>у</sub>), МДж/т**

Виды и формы удобрений	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент физической массы
<b>Азотные</b>		
Сульфат аммония	20,5	16400
Аммиачная селитра	34,5	27600
Натриевая селитра	16,0	12800
Калиевая селитра	17,0	13600
Мочевина	46,0	36800
КАС	28,0	22400
Аммиачная вода	20,5	16400
Аммиак жидкий	82,0	65000
<b>Фосфорные</b>		
Суперфосфат гранулированный	20,0	2800
Суперфосфат двойной	46,0	6300
Суперфосфат аммонизированный	N – 8,0; P – 33,0	21100
Фосфоритная мука	19,0	2600
<b>Калийные</b>		
Хлористый калий	60,0	5300
Калийная соль	40,0	3500
Сульфат калия	48,0	4200
<b>Комплексные</b>		
Нитрофоска	N – 12,0; P – 12,0; K – 12,0	18500
Нитроаммофоска	N – 17; P – 17,0; K – 17,0	26200
Аммофосфат	N – 7,0; P – 47,0	27800
Аммофос	N – 12,0; P – 50,0	31900
Азофоска	N – 16,0; P – 16,0; K – 16,0	24700
ЖКУ	N – 10,0; P – 34,0	22700
Кристаллин	N – 20,0; P – 16,0; K – 20,0	28800
<b>Микроудобрения</b>		
Борные	—	12500 – 18800
Цинковые	—	2500 – 6900
<b>Известковые</b>		
Доломитовая мука	95,0	3600
<b>Органические</b>		
Навоз на соломенной подстилке	См. ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	112
Подстилочный навоз на торфяной подстилке (соотношение торфа к экскрементам 1:3)		222
Торфонавозные компосты (соотношение торфа к навозу 1:3)		283
Торфо-соломенно-навозные компосты (на 1 т полужидкого навоза 50 кг соломы, 250 кг торфокрошки)		286

ПРИЛОЖЕНИЕ Э

(справочное)

**Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений в зависимости от доз и дальности перевозки (Э<sub>1</sub>), МДж/га**

Расстояние, км	Дозы минеральных удобрений, т/га физической массы									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,0	223	238	252	266	281	395	310	323	338	360
2,0	226	244	263	281	300	318	337	355	374	392
3,0	229	251	273	294	316	338	359	381	403	424
4,0	232	257	282	307	332	357	382	406	431	456
5,0	236	264	292	320	348	376	404	432	460	488
6,0	239	270	300	332	364	395	424	458	490	520
7,0	242	276	311	345	380	414	449	483	518	552
8,0	245	283	320	358	394	433	472	509	548	584
9,0	248	289	330	371	412	452	493	534	575	616
10,0	252	296	338	384	424	472	515	560	602	648

ПРИЛОЖЕНИЕ Ю

(справочное)

**Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение твердых органических удобрений (Э<sub>1</sub>), МДж/га**

Расстояние, км	Доза внесения, т/га					
	Прямоточная технология			Перевалочная технология		
	20	40	60	20	40	60
1,0	109	102	96	-	-	-
2,0	140	134	128	220	209	198
3,0	172	165	159	246	234	223
4,0	204	195	190	272	258	249
5,0	235	227	221	298	285	274
6,0	266	260	253	323	312	300
7,0	298	292	284	350	338	326
8,0	328	324	315	374	364	351
9,0	359	355	346	400	390	377
10,0	394	385	379	425	417	402
11,0	425	416	411	449	440	425

ПРИЛОЖЕНИЕ Я  
(справочное)

**Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение жидких органических удобрений (Э<sub>1</sub>), МДж/га**

Расстояние, км	Доза внесения, т/га		
	60	80	100
1,0	74	70	68
2,0	103	99	97
3,0	130	127	124
4,0	158	155	153
5,0	187	184	181
6,0	215	212	209
7,0	244	241	238
8,0	273	269	266
9,0	301	297	295
10,0	330	326	323
11,0	358	355	352
12,0	386	383	380
13,0	415	411	409
14,0	443	440	437
15,0	472	468	466

ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
(справочное)

**Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение известковых удобрений (Э<sub>1</sub>), МДж/т**

Расстояние, км	Прямоточная технология (Урал-555+МХА7)				Перегрузочная технология (АРУП-8+РУП-8)			
	дозы внесения, т/га							
	3,5	4,5	5,5	6,5	3,5	4,5	5,5	6,5
5	106	104	102	100	181	159	153	145
10	186	181	176	174	237	216	204	196
15	259	251	245	240	284	259	251	240
20	335	324	315	299	329	300	291	279
25	411	396	385	374	369	336	326	312
30	485	465	451	440	401	364	353	338
35	-	-	-	-	427	386	375	358
40	-	-	-	-	450	405	393	374

ПРИЛОЖЕНИЕ F  
(справочное)

**Энергетические затраты на уборку, подработку и реализацию прибавки урожая, полученную за счет применения удобрений (Э<sub>2</sub>), МДж/т**

Культуры	Продукция	Урожайность, т/га	Энергозатраты, МДж/т	
Озимая рожь	Зерно	3,0 – 4,0	3280	
		4,5 – 5,5	2870	
Ячмень яровой	Зерно	3,0 – 4,0	2930	
		5,0 – 6,0	2700	
Рапс	Зерно	1,5 – 2,5	4790	
Картофель	Клубни	15,0 – 25,0	790	
Сахарная свекла	Корнеплод	25,0 – 35,0	670	
Кормовые корнеплоды	Корнеплод	60,0 – 80,0	400	
Лен-долгунец	Солома в снопах	3,0 – 4,0	1930	
		Треста в снопах	2,5 – 3,5	2540
		Треста в рулонах	2,5 – 3,5	2180
Кукуруза	Семена	0,35 – 0,45	25760	
	Силос	15,0 – 17,0	450	
		Зеленая масса	17,0 – 25,0	420
	Многолетние травы	Сенаж	6,0 – 8,0	880
8,0 – 12,0			650	
Сено прессованное		3,0 – 4,0	1000	
		4,0 – 6,0	930	
Сено рассыпное	3,0 – 5,0	1050		
	Зеленая масса	16,0 – 20,0	390	
Однолетние травы	Зеленая масса	16,0 – 20,0	390	
Озимая рожь	Силос	16,0 – 20,0	510	
Смеси трав (поукосно)	Зеленая масса	20,0 – 25,0	440	

Локальный электронный методический материал

Светлана Анатольевна Терещенко

Лилия Дмитриевна Мудрова

АГРОХИМИЯ

*Редактор С. Кондрашова*

*Корректор Т. Звада*

Уч.-изд. л. 4,0. Печ. л. 3,4.

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1