

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
По выполнению курсовой работы  
дисциплине «Агрохимия»**

**ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ АГРАРНОГО ИНСТИТУТА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
35.03.04 АГРОНОМИЯ**

Черкесск, 2017

УДК 631  
ББК 41/42  
Г71

Рассмотрены на заседании кафедры «Агрономия и лесное дело»  
Протокол №4 от 25.12.2017г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СевКавГГТА  
Протокол №14 от 29.12.2017г.

Рецензент: Мамбетов М.М. – д.с.-х. наук, профессор.

Г71 Горяников Ю.В. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Агрохимия» обучающимися направления подготовки 35.03.04 Агрономия/ Горяников Ю.В. – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2017г. – 26с.

УДК 631  
ББК 41/42

© Горяников Ю.В. 2017  
© ФГБОУ ВО СевКавГГТА, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ЗАДАЧИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ .....	5
2.	МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	6
	Введение .....	6
	Раздел 1. Общие сведения о хозяйстве .....	6
	1.1. Название республики, района, хозяйства .....	6
	1.2. Специализация хозяйства .....	6
	1.3. Тип, разновидность почвы .....	6
	1.4. Почвенно-климатические условия хозяйства .....	6
	1.4.1. Почвенные условия .....	6
	1.4.2. Климатические условия .....	7
	1.4.3. Урожайность сельскохозяйственных культур .....	8
	Раздел 2. Обоснование применения органических и минеральных удобрений .....	8
	2.1. Эффективность и накопление органических удобрений в хозяйстве .....	8
	2.2. Обоснование места, доз, сроков внесения органических удобрений .....	10
	2.3. Эффективность применения минеральных удобрений. Виды и формы минеральных удобрений, рекомендуемые хозяйству .....	10
	2.4. Совместное применение средств химизации в севообороте .....	11
	2.5. Использование микроудобрений .....	11
	2.6. Рекомендации по химической мелиорации почв .....	11

Раздел 3. Проектирование системы удобрения	
сельскохозяйственных культур севооборота .....	12
3.1. Значение и задачи системы удобрения .....	12
3.2. Определение потребности растений в элементах питания ...	12
3.3. Определение норм минеральных удобрений .....	13
3.4. Размещение удобрений в севообороте .....	13
3.5. Обоснование разработанной системы удобрения .....	15
3.6. Расчет насыщенности 1 га севооборота удобрениями .....	16
3.7. Расчет годовой потребности севооборота в минеральных удобрениях .....	17
3.8. Определение площади склада для хранения минеральных удобрений .....	18
Раздел 4. Баланс питательных веществ в севообороте .....	18
Раздел 5. Определение агроэкономической эффективности применения удобрений .....	20
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	21
Приложение 1. Примерное содержание питательных веществ в органических удобрениях .....	22
Приложение 2. Вынос элементов питания 1 ц продукции .....	23
Приложение 3. Средние коэффициенты использования питательных веществ растениями из удобрений .....	24
Приложение 4. Средние коэффициенты использования питательных веществ с.-х. культурами из почвы .....	24
Приложение 5. Физические и химические свойства минеральных удобрений .....	25
Приложение 6. Нормативы окупаемости удобрений .....	26

## 1. ЗАДАЧИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

Изучение курса агрономической химии студентами специальности 110201 «Агрономия» завершается разработкой системы удобрения в севообороте хозяйства.

**Основная цель** – научить студентов правильно анализировать состояние накопления, хранения и применения удобрений, учитывать эффективность удобрений в зоне расположения хозяйства и грамотно обобщать накопленный опыт их применения.

**Студент должен уметь:** обосновать необходимость применения тех или иных органических и минеральных удобрений в севообороте с учетом почвенно-климатических условий и особенностей питания сельскохозяйственных культур.

Общий объем работы не должен превышать 35-40 страниц формата А4 рукописного или 20-25 страниц машинописного текста (программа Word, кегль шрифта – 14). Страницы нумеруются вверху посередине, начиная с 3-й (первые две – титульный лист и содержание работы не нумеруются). Заголовки отделяются от текста. Оставляются поля: слева – 30, сверху – 20, внизу – 25, справа – 15 мм. На странице должно быть размещено 28-30 строк. Содержание работы приводится на 2-й странице с указанием в правой стороне цифры, обозначающей начальную страницу раздела.

Все таблицы в тексте должны иметь порядковые номера и название, как изложено в «Методических указаниях». В конце работы приводится библиографический список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Нумерация списка литературы ведется в алфавитном порядке. Работа выполняется по данным конкретного хозяйства или по заданию преподавателя.

## 2. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

**Введение.** В этом разделе студент раскрывает значение и роль химизации для интенсификации сельскохозяйственного производства, обосновывает необходимость перехода от разрозненных приемов к применению удобрений в системе севооборота, совместному внесению органических и минеральных удобрений как наиболее целесообразному приему. Отмечает роль органических и минеральных удобрений в сохранении и повышении плодородия почвы, увеличении продуктивности сельскохозяйственных культур. Анализирует динамику производства удобрений, а также современное состояние и перспективы их применения в стране и республике.

### ***Раздел 1. Общие сведения о хозяйстве.***

1.1. Название республики, района, хозяйства \_\_\_\_\_

1.2. Специализация хозяйства \_\_\_\_\_

1.3. Тип, разновидность почвы \_\_\_\_\_

На пункты 1.1.-1.3. даются краткие и четкие ответы.

1.4. Почвенно-климатические условия хозяйства.

Почвенно-климатические условия оказывают значительное влияние на развитие и распространение болезней, вредителей, сорняков и условия формирования урожайности сельскохозяйственных культур. Это необходимо учитывать при выборе форм удобрений, сроков и способов их внесения. Эффективность удобрений повышается при оптимальном водном режиме. Удобрения, свою очередь, способствуют более продуктивному использованию растениями влаги.

1.4.1. Почвенные условия. Действие удобрения обусловлено типом почвы, ее механическим и химическим составом, реакцией, содержанием усвояемых питательных веществ. Здесь студент приводит основные показатели эффективного плодородия почвы по форме таблицы 1.

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика почвы в полях севооборота  
(пахотный слой)**

№ поля, культура	рН солевой суспензии	Содержа- ние гумуса, %	Содержание доступных элементов питания в почве, мг/кг		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Занятой пар					
2. Озимая пшеница					
3. Сахарная свекла и т.д.					

Указывается метод определения элементов питания. Делаются выводы по обеспеченности культур элементами питания в соответствии с существующей группировкой. Намечаются мероприятия по повышению и выравниванию плодородия почвы полей севооборота.

1.4.2. Климатические условия. Одним из решающих факторов формирования урожая является водный режим, который зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в течение года и вегетационного периода. По данным ближайшей метеостанции или агроклиматического справочника приводятся условия увлажнения хозяйства и температурный режим. Данные заносятся в таблицу 2.

Таблица 2

**Среднегодовое количество осадков и температура  
по данным метеостанции \_\_\_\_\_**

Показатель	Месяц												Сум- ма
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Осадки, мм													
Температура, °С													

На основании данных, приведенных в таблице 2, студент делает вывод об условиях возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте. Выделяет лимитирующий фактор и намечает пути устранения негативного

его влияния.

1.4.3. Урожайность сельскохозяйственных культур. В севообороте приводится фактическая урожайность сельскохозяйственных культур за последние 3 года и определяется планируемая на текущий год с учетом предшественников и возможного эффекта от применяемых удобрений. Метод расчета планируемой урожайности для зерновых, кормовых и технических культур определяются преподавателем. Эти показатели заносятся в таблицу 3.

*Таблица 3*

**Полевой севооборот и урожайность сельскохозяйственных культур**

№ поля	Чередование культур	Площадь, га	Урожайность, ц/га				планируемая на 200_
			фактическая по годам				
			200_	200_	200_	средняя	
1.	Занятой пар						
2.	Озимая пшеница						
	И так далее по числу полей в севообороте						

Проводится анализ сложившейся урожайности сельскохозяйственных культур за предшествующие 3 года и указываются причины ее колебания по годам. Фактическая урожайность берется из годовых отчетов хозяйства или из ежегодных статистических сборников.

***Раздел 2. Обоснование применения органических и минеральных удобрений.***

***2.1. Эффективность и накопление органических удобрений в хозяйстве.***

Здесь необходимо раскрыть значение и влияние органических удобрений на урожай и качество сельскохозяйственной продукции. Привести результаты по эффективному применению органических удобрений в зоне



расположения хозяйства (навоз, навозная жижа, солома, сидераты), а при их отсутствии использовать данные ФГУ «Центр агрохимической службы «Карачаево-Черкесский». Указать фактический и необходимый уровень применения органических удобрений для достижения бездефицитного баланса гумуса.

Провести расчет накопления навоза в хозяйстве в зависимости от поголовья скота, приходящегося на площадь данного севооборота по форме таблицы 4.

Таблица 4

**Выход навоза, навозной жижи и птичьего помета**

Виды животных	Стойловый период, дней	Количество голов, (физических)	Количество условных голов, (по выходу навоза)	Выход навоза, т (за стойловый период)	Количество условных голов, (по выходу навозной жижи)	Выход навозной жижи, м <sup>3</sup> (за стойловый период)
КРС: взрослые молодняк						
Свиньи						
Овцы					-	
Лошади						
Всего	-	-				

При этом за условную голову животных принимается одна физическая голова крупного рогатого скота старше 2-х лет. По выходу навоза 1 условной голове соответствует: 2 головы молодняка КРС старше одного года, 1,5 лошади; 5 свиней, 10 овец.

Продолжительность стойлового периода зависит от вида скота, природно-климатических условий и специализации хозяйства.

За 120 дней стойлового периода от одной условной головы КРС накапливается 4 т навоза.

По выходу навозной жижи одной условной голове соответствует: 3 головы молодняка КРС от 1 до 2-х лет, 3 лошади, 5 свиней. Выход жижи от одной условной головы за 120 дней стойлового периода планируется  $1 \text{ м}^3$ , за один месяц –  $0,25 \text{ м}^3$  на каждую условную голову.

В конце раздела студент делает вывод об обеспеченности севооборота органическими удобрениями и намечает пути увеличения их накопления за счет использования излишков соломы, растительных отходов и приготовления компостов.

### *2.2. Обоснование места, доз, сроков внесения органических удобрений.*

При определении места внесения органических удобрений в севообороте необходимо указать поля, где будет внесен навоз, навозная жижа, солома, дать обоснование с учетом особенностей питания удобряемой и последующих культур.

При определении доз, места и сроков внесения органических удобрений следует учитывать зону их применения, особенности питания и продолжительность вегетационного периода выращиваемых сельскохозяйственных культур, интенсивность механических обработок, а также содержание основных элементов питания в органическом удобрении (приложение 2). При расчете доз органических удобрений необходимо учитывать накопление этих удобрений в хозяйстве и удобряемую площадь.

### *2.3. Эффективность применения минеральных удобрений. Виды и формы минеральных удобрений, рекомендуемые хозяйству.*

На основании агрохимической характеристики почв хозяйства дать обоснование для применения азотных, фосфорных, калийных удобрений по каждому виду отдельно с учетом их растворимости и химических свойств. Обосновать их использование с учетом сроков их применения (допосевное, припосевное и подкормки). Привести химизм взаимодействия азотных,

фосфорных и калийных удобрений с почвой (на примере одной формы удобрения). Указать пути снижения химического связывания фосфатов. Раскрыть влияние видов минеральных удобрений на степень развития и распространенность болезней на примере 2-3 культур севооборота.

#### *2.4. Совместное применение средств химизации в севообороте.*

Дать теоретическое обоснование значения совместного применения органических, минеральных удобрений и средств защиты растений. Указать, под какую сельскохозяйственную культуру в севообороте будут использоваться в сочетании органические, минеральные удобрения и пестициды. На примере 1-2 культур показать, в какие сроки и каким из существующих приемов (обработка семян, внесение баковой смеси и т. д.) планируется внесение минеральных туков и пестицидов в севообороте.

#### *2.5. Использование микроудобрений.*

В соответствии с принятой системой удобрения, агрохимической характеристикой почвы необходимо обосновать применение микроудобрений: их видов, форм, доз и сроков внесения под отдельные культуры севооборота (на примере 1-2 культур). Указать наиболее доступные в хозяйстве приемы внесения микроэлементов: путем сочетания припосевной обработки семян микроэлементами, некорневых подкормок микроэлементами или с некорневой подкормкой минеральными удобрениями.

#### *2.6. Рекомендации по химической мелиорации почв.*

При наличии в хозяйстве кислых или засоленных почв планируется их химическая мелиорация. При этом описываются свойства почв и предполагаемые изменения при применении мелиоранта. Устанавливаются дозы, сроки и место внесения в севообороте. При отсутствии показателей для коренной мелиорации указываются другие приемы (внесение навоза, кальцийсодержащих удобрений, соломы, зеленых удобрений), понижающие накопление щелочных солей.

### **Раздел 3. Проектирование системы удобрения сельскохозяйственных культур севооборота.**

#### *3.1. Значение и задачи системы удобрения.*

На основании литературных материалов дается определение понятия «система удобрения» (с обязательной ссылкой на автора). Раскрываются задачи, решаемые системой. Показывается эффективность системного применения удобрений в сравнении с эпизодическим.

#### *3.2. Определение потребности растений в элементах питания.*

Любая система удобрения пригодна для хозяйства только в том случае, если она обеспечивает увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почв. Достигается это на основе удовлетворения потребности растений в элементах питания по выносу планируемым урожаем за счет использования почвенных запасов и из органических удобрений. А недостаток восполняется применением минеральных удобрений.

Вынос питательных веществ рассчитывается на основе средней потребности растений для формирования 1 ц товарной и побочной продукции (приложение 3) и приводится в форме таблицы 5.

*Таблица 5*

#### **Вынос элементов питания планируемым урожаем сельскохозяйственных культур**

№ поля	Чередование культур в севообороте	Планируемая урожайность, ц/га	Вынос элементов питания, кг/га		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.	Занятой пар				
2.	Озимая пшеница				
и т. д. согласно полей в севообороте					
Всего за севооборот, кг					
В среднем на 1 гектар, кг					

### 3.3. Определение норм минеральных удобрений.

Одна из важных и наиболее сложных задач проектирования системы удобрения – определение норм удобрений. Существуют разные методы и подходы для её решения. Основным и объективным следует признать метод полевых опытов с удобрениями в конкретных почвенно-климатических условиях. На их основе разрабатываются средние нормы внесения удобрений для зоны и в конкретном хозяйстве, корректируемые с учетом эффективного плодородия почвы.

В настоящее время широко используются расчетные методы. Наиболее приемлемым методом для обоснования доз удобрений на планируемый урожай считается формула, предложенная ВИУА:

$$N_y = (100B - П \cdot K_n) : K_y, \quad (1)$$

где  $N_y$  – норма удобрения N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, кг/га;

$B$  – вынос определяемого элемента урожаем с.-х. культуры, кг/га;

$П$  – запас питательного вещества, кг/га;

$K_n$  – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;

$K_y$  – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %.

Запас питательных веществ рассчитывается по формуле:

$$Z = \frac{Q \cdot h \cdot M}{10}, \quad (2)$$

где  $Z$  – запас элемента питания в  $A_{\text{пах}}$  (кг/га);

$Q$  – содержание элемента питания в почве (мг/кг);

$h$  – глубина обчитываемого слоя почвы (см);

$M$  – объемная масса почвы (г/см<sup>3</sup>).

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений ( $K_n$  и  $K_y$ ) берутся из приложения 4.

### *3.4. Размещение удобрений в севообороте.*

Реальные материально-денежные возможности хозяйства, особенно в настоящее время, далеко не всегда удовлетворяют потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях, дозы которых были определены на основе результатов полевых опытов или расчетными методами. Поэтому руководствуются фактической или заданной обеспеченностью хозяйства удобрениями (кг/га NPK). Для определения общего количества питательных веществ на гектар севооборотной площади обеспеченность (кг/га) умножают на число полей и распределяют их между культурами разными способами.

Прежде всего, необходимо установить дозу и место внесения удобрений длительного действия (навоз, гипс, солома и др.). При этом необходимо учитывать, что в севообороте навоз вносится основным способом на одно или два поля, поскольку обладает длительным последствием.

Распределяя минеральные удобрения по полям севооборота, необходимо определить ведущую культуру и удовлетворить ее потребность в удобрениях в оптимальных дозах. При этом назначаются средние дозы, рекомендуемые научно-исследовательскими учреждениями для каждой сельскохозяйственной культуры с учетом предшественника, по которому она размещается.

При разработке системы удобрения по возможности необходимо использовать все способы внесения. При этом основное удобрение, как правило, планируется один-два раза в звене севооборота под ведущую культуру. Другие культуры звена обеспечиваются за счет припосевного и подкормочного удобрения. Название удобрений в системе приводится в виде агрохимических символов (приложение 6). Кроме того, в проектируемой системе рекомендуются под отдельные культуры микроудобрения и мелиоранты. Разработанная система удобрения приводится в виде таблицы 6.

Таблица 6

## Рекомендуемая система удобрений в севообороте

№ поля	Чередование культур в севообороте	Способы удобрения				
		допосевное		припосевное	подкормки	
		название удобрения, доза, кг/га д.в.	срок внесения	название удобрения, доза, кг/га д.в.	название удобрения, доза, кг/га д.в.	срок внесения
1	Занятой пар					
2	Озимая пшеница					
3	Сахарная свекла					
и т.д. по числу полей						

## 3.5. Обоснование разработанной системы удобрения.

По каждому полю, с привлечением литературных источников, проводится обоснование рекомендуемых доз удобрений. При этом необходимо учитывать особенности питания удобряемой культуры, роль предшественника и его влияние на плодородие почвы, последствие органических удобрений, агрохимические свойства почвы, наиболее эффективные способы внесения удобрений и т.д. Обоснование оформляется в виде таблицы 7.

Таблица 7

## Обоснование сроков, способов и доз удобрений, рекомендуемых к применению в севообороте

№ поля	Культура	Обоснование и описание
1	Занятой пар	
2	Озимая пшеница	
3	Сахарная свекла и т.д.	

### 3.6. Расчет насыщенности 1 га севооборота удобрениями.

После разработки системы удобрения, рассчитывается насыщенность 1 га севооборота органическими и минеральными удобрениями.

Для этого сумма доз органических и минеральных удобрений делится на количество полей в севообороте. Данные расчеты представляются в виде таблицы 8.

Таблица 8

#### Обеспеченность сельскохозяйственных культур элементами питания

№ поля	Чередование культур	Внесено с удобрениями, кг/га								
		органическими			минеральными			всего		
		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	Занятой пар									
2	Озимая пшеница									
	и далее по числу полей в севообороте									
	Всего за ротацию севооборота, кг									
	На 1 га севооборота, кг									

Насыщенность 1 га севооборота удобрениями:

а). органическими \_\_\_\_ т/га, в т.ч., навозом \_\_\_\_ т/га;

навозной жижей \_\_\_\_ м<sup>3</sup>/га; соломой \_\_\_\_ т/га.

б). минеральными \_\_\_\_ кг/га, в т.ч. N \_\_\_\_ кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> \_\_\_\_ кг/га,

K<sub>2</sub>O \_\_\_\_ кг/га.

При определении суммарного соотношения N:P:K всего по севообороту, количество азота, приходящегося на 1 га, принимается за единицу и расчет проводится по формуле:

$$NPK = 1 + P_2O_5 / N + K_2O / N \quad (3)$$



### 3.7. Расчет годовой потребности севооборота в минеральных удобрениях.

Общая потребность в минеральных удобрениях рассчитывается по данным рекомендуемой системы удобрения (см. таблицу 6) и площади, которую занимает севооборот. Зная содержание действующего вещества в удобрении (приложение 6), можно определить годовую потребность в данном удобрении. Например: под озимую пшеницу на площади 100 га было внесено 60 кг/га д.в. азота в виде аммиачной селитры (34,6% д.в.). Для пересчета в туки и определения годовой потребности производят следующий расчет: в 1 ц аммиачной селитры содержится 34,6 кг азота, в X ц аммиачной селитры содержится 60 кг азота. Отсюда следует:

$$X = 60 \times 1 : 34,6 = 1,73 \text{ ц.}$$

При определении годовой потребности в аммиачной селитре необходимо:  $1,73 \text{ ц} \times 100 \text{ га} = 173 \text{ ц} = 17,3 \text{ т.}$

Все расчеты заносятся в таблицу 9.

Таблица 9

#### Годовая потребность в минеральных удобрениях

Наименование удобрений	Количество, т
<i>Азотные:</i>	
1. Аммиачная селитра	
2. Мочевина	
3. Сернокислый аммоний	
4. КАС и др.	
<i>Фосфорные:</i>	
1. Суперфосфат простой	
<i>Калийные:</i>	
1. Хлористый калий	
2. 40% калийная соль	
3. Сернокислый калий и т.д.	
<i>Комплексные удобрения:</i>	
1. Аммофос	
2. Нитроаммофос	
3. Нитрофоска и т.д.	

### 3.8. Определение площади склада для хранения минеральных удобрений.

Для расчета площади склада годовую потребность в удобрениях в физическом весе умножают на объём одной тонны удобрения и устанавливают объём всего количества (приложение 6). Объём отдельного удобрения делят на высоту его укладки и определяют потребную площадь пола складского помещения. Учитывая неоднократную оборачиваемость удобрений в системе склад-поле, полученную площадь делят на 2, т.е. на принятую минимальную оборачиваемость склада. Расчеты приводятся в таблице 10.

Таблица 10

#### Расчет площади склада минеральных удобрений

№ п/п	Наименование удобрений	Годовая потребность, т	Объем 1 тонны удобрения, м <sup>3</sup>	Объем всего количества туков, м <sup>3</sup>	Допустимая высота укладки, м	Площадь пола, м <sup>2</sup>
1.	Аммиачная селитра					
2.	Мочевина					
3.	Суперфосфат					
4.	и т.д.					
	Всего					

#### Раздел 4. Баланс питательных веществ в севообороте.

Баланс – это математическое выражение круговорота питательных веществ в севообороте, земледелии хозяйства, района, края и более крупных регионов.

Определяется он как разность между приходом в почву элементов питания с удобрениями их расходом урожаем.

Расчеты приводятся в таблице 11.

Таблица 11

**Общий баланс питательных веществ в севообороте (кг/га)**

№ п/п	Статьи баланса	Элемент питания			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NPК
1.	Расход				
1.1	Вынос урожаем в севообороте				
2.	Приход				
2.1	С органическими удобрениями				
2.2	С минеральными удобрениями				
2.3	Фиксация бобовыми культурами				
3.	Баланс, ±				
4.	Интенсивность баланса, %				

Расчет баланса элементов питания в севообороте осуществляется на основе данных, приведенных в таблицах 5 и 8 (в среднем на 1 га севооборота). Фиксация азота бобовыми культурами определяется на основе деления его среднего накопления (горох 60-70, клевер и люцерна 150-180, эспарцет 80-100 кг/га) на число полей в севообороте.

Интенсивность баланса показывает степень возврата питательных веществ и определяется по формуле:

$$X = П : Р \cdot 100, \quad (4)$$

где X – интенсивность баланса, %;

П – приход (кг/га);

Р – расход (вынос с планируемым урожаем), кг/га.

В конце раздела студентом делается вывод о направленности круговорота питательных веществ в севообороте хозяйства. При отрицательном балансе рекомендуются мероприятия по дополнительному применению органических и минеральных удобрений, микроэлементов, отходов сельскохозяйственного производства, а при положительном, проводится перераспределение внесенных удобрений между культурами.

**Раздел 5. Определение агроэкономической эффективности применения удобрений.**

В последнее время цены на сельскохозяйственную продукцию, удобрения другие средства производства постоянно меняются. Существующий диспаритет цен между сельскохозяйственной продукцией и промышленными товарами не позволяет объективно оценить экономическую эффективность производства культур в зависимости от удобрений на основе традиционных показателей. Поэтому предлагается методика расчета окупаемости 1 кг NPK дополнительно полученным урожаем.

Расчет агроэкономической эффективности приводится для всех культур севооборота и оформляется в виде таблицы 12.

*Таблица 12*

**Агроэкономическая эффективность удобрений  
в рекомендуемой системе удобрений**

Чередование культур	Прибавка урожая за счет удобрений, кг/га	Внесено минеральных удобрений, кг/га	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений продукцией, кг
1. Занятой пар			
2. Озимая пшеница			
3. Сахарная свекла и т.д.			

За прибавку урожая принять разницу между планируемой и фактической урожайностью (см. таблицу 3). Для расчета окупаемости удобрений необходимо прибавку урожая, выраженную в килограммах, разделить на количество питательных веществ (N + P + K), внесенных под культуру (кг/га).

Делаются выводы об окупаемости туков при использовании в хозяйстве рекомендованной системы удобрений. Сопоставляется полученная окупаемость с нормативной (приложение 7).

## Приложение 1.

**Примерное содержание питательных веществ в  
органических удобрениях**

Удобрения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Полуперепревший навоз	0,5	0,25	0,6
2. Навозная жижа	0,25-0,3	0,03-0,1	0,4-0,5
3. Птичий помет: кур	0,7-1,9	1,5-2,0	0,8-1,0
уток	0,8	1,5	0,4
гусей	0,6	0,5	1,1
4. Торф низинный	2,3-3,3	0,1-0,5	0,15
5. Зеленая масса гороха (сидерат)	0,65	0,15	0,52
6. Солома озимой пшеницы	0,45	0,2	0,9
7. Солома ячменя	0,5	0,2	1,0
8. Солома овса	0,65	0,35	1,6
9. Солома проса	0,4	0,18	1,59
10. Солома гречихи	0,8	0,61	2,42
11. Солома кукурузы	0,75	0,3	1,64
12. Солома гороха	1,4	0,35	0,5
13. Солома подсолнечника	0,77	0,28	1,38

## Приложение 2.

**Вынос элементов питания 1 ц основной продукции  
(с учетом побочной), кг**

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озимая пшеница	3,5	1,0	2,0
Озимая рожь	3,0	1,0	1,8
Яровая пшеница	3,8	1,1	2,4
Кукуруза на зерно	3,0	1,0	2,0
Ячмень	2,9	1,1	1,9
Овес	3,3	1,4	2,0
Просо	3,1	1,1	3,0
Сорго на семена	3,6	1,0	1,4
Гречиха	4,4	3,1	4,4
Горох, вика	4,6	1,6	2,0
Соя на зерно	4,9	1,6	1,8
Сахарная свекла	0,5	0,2	0,7
Подсолнечник	5,0	3,0	13,5
Картофель	0,4	0,2	0,6
Кормовые корнеплоды	0,4	0,2	0,6
Однолетние травы, зеленая масса	0,2	0,2	0,5
Однолетние травы, на сено	1,7	0,8	2,3
Многолетние травы, зеленая масса	0,3	0,2	0,4
Многолетние травы, на сено	1,3	0,8	1,9
Кукуруза на силос	0,3	1,2	0,5
Сорго на силос	0,3	0,2	0,3
Рапс, зеленая масса	0,5	0,2	0,3
Горох, зеленая масса	0,3	0,2	0,2
Овес, зеленая масса	0,5	1,3	0,3
Горчица	5,1	1,7	1,0
Рапс, семена	4,5	2,1	3,0

## Приложение 3.

**Средние коэффициенты использования питательных  
веществ растениями из удобрений, %**

Год действия	Органических			Минеральных		
	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-й год	20-25	25-30	50-60	60-70	15-20	50-60
2-й год	20	10-15	10-15	-	10-15	10-20
3-й год	10	5	-	-	5	-
За ротацию севооборота	50-55	40-50	60-75	60-70	30-40	65-80

## Приложение 4.

**Средние коэффициенты использования питательных  
веществ с.-х. культурами из почвы, %**

Культура	Черноземные почвы			Каштановые почвы		
	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
Зерновые, однолетние и многолетние	50	40	5	50	40	5
Кукуруза на силос	50	30	7	50	30	7
Кукуруза на зерно	50	45	10	50	45	10
Подсолнечник	50	50	20	50	50	15
Однолетние бобовые	50	35	5	50	35	5



## Приложение 5.

**Физические и химические свойства минеральных  
удобрений**

Название удобрения	Агрохимический символ	Содержание действующего вещества, %	Объем 1 тонны, м <sup>3</sup>	Допустимая высота укладки, м
1. Аммиачная селитра	Naa	34,6	1,22	1,5
2. Сульфат аммония	Na	21	1,12	2,5
3. Мочевина	Nм	46	1,55	1,5
4. Суперфосфат порошковидный	Pc	119	0,8	1,7
5. Суперфосфат гранулированный	Pcr	20	0,9	1,7
6. Суперфосфат двойной	Pcd	45	1,15	1,7
7. Хлористый калий	Kx	56-60	1,05	2,5
8. Сульфат калия	Kc	45-48	0,81	2,0
9. Калийная соль	Kkc	40	0,91	2,5
10. Аммофос	Aф	N-10 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -45	1,1	1,7
11. Диамофос	ДАФ	N-19 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -49	1,15	1,7
12. Нитрофос	НФ	N-23 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -17	1,1	1,7
13. Нитрофоска	НФК	N12-13 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -9-11 K <sub>2</sub> O-13-14	1,25	1,7
14. Нитроаммофос	НАФ	N-23 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -23	1,24	1,7
15. Нитроаммофоска	НАФК	N-17 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -17 K <sub>2</sub> O-17	1,2	1,7
16. Жидкие комплексные удобрения	ЖКУ	N-10 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -34	1,24	*

**Приложение 6.****Нормативы окупаемости удобрений**

Культура	Окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая (кг)
Зерновые	4,3
Сахарная свекла	29,2
Подсолнечник	2,4
Кукуруза на силос	37
Кормовые корнеплоды	42,9
Травы многолетние и однолетние на зеленый корм	11,6