

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Агрономический факультет

Кафедра агрохимии и почвоведения

**ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ  
ПОЧВ, ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И  
УДОБРЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Методические указания по изучению дисциплины,  
выполнению практических работ и организации  
самостоятельной работы

КАЗАНЬ 2019

УДК 631.4:631.8

ББК ПОЧр

Г 47

**Воспроизводство плодородия почв, особенности питания и удобрения зерновых культур:** Методические указания по изучению дисциплины, выполнению практических работ и организации самостоятельной работы / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - 60 с.

Предназначены для магистрантов агрономического факультета, обучающихся по направлению 35.04.04 – агрономия (магистерская программа «Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур»)

Издание содержит цель и задачи дисциплины; содержание модулей; методические указания по выполнению практических работ и организации самостоятельной работы; вопросы текущих контрольных работ, вопросы тестов и устного экзамена для промежуточной аттестации; список рекомендуемой литературы и приложения.

Методические указания рассмотрены, одобрены и рекомендованы к изданию методической комиссией агрономического факультета (протокол № 6 от 25 февраля 2019 г.).

Рецензенты:

Ведущий научный сотрудник Татарского научно-исследовательского института агрохимии и почвоведения - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», д.с.-х.н., профессор Ш.А. Алиев;

Заведующий кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства Казанского ГАУ д.с.-х.н., профессор М.Ф. Амиров.

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ .....	4
1	ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ .....	8
2.1	Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур по агрохимическим показателям почв .....	8
2.2	Расчет выхода органических удобрений в хозяйстве .....	13
2.3	Расчет баланса гумуса в севооборотах и установление норм органических удобрений для простого воспроизводства гумуса .....	17
2.4	Определение норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности расчетно-балансовым методом .....	22
2.5	Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом по лимитирующему фактору .....	25
2.6	Расчет хозяйственного баланса питательных элементов в севооборотах и прогнозирование изменения плодородия почвы .....	28
3	ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ .....	34
3.1	Вопросы письменных контрольных работ .....	34
3.2	Вопросы тестов для текущего контроля знаний магистрантов .....	38
3.3	Примерные темы рефератов и презентационных работ .....	41
4	ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ .....	43
4.1	Вопросы тестов для промежуточной аттестации (экзамен) .....	43
4.2	Вопросы для устного экзамена .....	52
	ИСПОЛЬЗОВАННАЯ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	55
	ПРИЛОЖЕНИЯ .....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Воспроизводство плодородия почв и особенности питания и удобрения зерновых культур - дисциплина об особенностях питания и удобрения полевых культур для сохранения почвенного плодородия, повышения величины и качества урожая в ресурсосберегающих технологиях.

**Цель** дисциплины – формирование системного мировоззрения, представлений, теоретических знаний, практических умений и навыков по научным основам и методам воспроизводства почвенного плодородия и оптимизации питания полевых культур для получения экологически безопасной растениеводческой продукции.

**Задачами** дисциплины является изучение:

- изменения почвенного плодородия в процессе сельскохозяйственного использования земель;
- роль удобрений в воспроизводстве почвенного плодородия;
- особенности питания и удобрения зерновых культур;
- баланс питательных веществ в севооборотах и приемы повышения плодородия почв при возделывании зерновых культур;
- ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур и плодородие почв.

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

**знать:**

- сущность и виды почвенного плодородия;
- особенности питания и удобрения полевых культур;
- особенности круговорота и баланса основных питательных элементов в агроценозах полевых культур;
- актуальные проблемы воспроизводства плодородия почв Республики Татарстан;

**уметь:**

- прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур по агрохимическим показателям почвы;
- определить и оценить основные агрохимические параметры плодородия почв;
- рационально использовать удобрения для получения экологически безопасной растениеводческой продукции и воспроизводства почвенного плодородия;

-рассчитать баланс гумуса, азота, фосфора и калия в полевом севообороте и прогнозировать возможные изменения плодородия почвы.

***владеть:***

-приемами оптимизации минерального питания полевых культур для производства качественной продукции;

-агрохимическими приемами оптимизации баланса гумуса и питательных элементов при возделывании полевых культур.

## **1 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц или 216 часов. Дисциплина изучается в первом семестре (очная форма обучения) и на 1 курсе (заочная форма обучения). Форма промежуточной аттестации - экзамен.

Дисциплина состоит из семи модулей.

### **Модуль 1. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ**

1.Понятие о плодородии почвы:

1.1.Почва – многокомпонентное природное биокосное тело;

1.2.Развитие представлений о почвенном плодородии;

1.3.Категории и формы плодородия;

1.4.Относительный характер плодородия почв.

2.Элементы плодородия и факторы, лимитирующие плодородие почв:

2.1.Элементы плодородия;

2.2.Факторы, лимитирующие плодородие почв.

3.Требования культурных растений к плодородию почвы.

4.Оценка и мониторинг плодородия почв.

### **Модуль 2. ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

1.Понятие о техногенезе и деградации почв.

2.Основные виды агрогенной деградации почв и меры борьбы с ними:

2.1.Девегетация почв;

2.2.Дегумификация почв;

2.3.Водная и ветровая эрозия (дефляция) почв;

2.4.Почвоутомление и истощение почв;

2.5.Образование бесструктурных и переуплотненных горизонтов;

2.6.Опустынивание почв;

2.7.Вторичное засоление почв;

2.8.Природное и вторичное подкисление почв;

2.9.Загрязнение почв пестицидами;

2.10.Загрязнение почв удобрениями.

3.Улучшение свойств почв под влиянием сельскохозяйственного использования.

### **Модуль 3. РОЛЬ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И СОХРАНЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

1.Идеология применения удобрений. Роль удобрений в повышении урожайности и плодородия почв.

2.Состояние применения удобрений в стране и мире.

3.Возможные негативные последствия применения удобрений.

### **Модуль 4. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УДОБРЕНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР**

1.Динамика потребления питательных элементов зерновыми культурами.

2.Способы, сроки внесения и размещения удобрений в почве:

2.1.Основные термины. Значимость сроков, способов внесения и размещения удобрений для оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур;

2.2.Допосевное (основное) внесение;

2.3.Припосевное удобрение;

2.4.Послепосевное внесение удобрений (подкормка);

2.5.Запасное внесение удобрений;

2.6. Сроки внесения удобрений;

2.7.Сочетание различных способов внесения и размещения удобрений.

### **Модуль 5. КРУГОВОРОТ И БАЛАНС ВЕЩЕСТВ (ЭЛЕМЕНТОВ) В ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

1.Понятие о круговороте веществ в природе и земледелии.

2. Баланс веществ и питательных элементов в земледелии:

2.1.Понятие о балансе питательных веществ в земледелии;

2.2.Основные статьи баланса веществ и питательных элементов в земледелии.

3.Баланс - основной агрохимический показатель прогноза воспроизводства почвенного плодородия и эффективности применения удобрений.

#### **Модуль 6. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И УДОБРЕНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР. УДОБРЕНИЕ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ**

- 1.Особенности питания и удобрения озимой пшеницы.
- 2.Особенности питания и удобрения озимой ржи и тритикале.
- 3.Особенности развития и питания яровой пшеницы.
- 4.Особенности развития и питания зернобобовых культур.
- 5.Особенности питания и удобрения пропашных культур.
- 6.Особенности питания и удобрения многолетних трав.
- 7.Удобрение и качество урожая:
  - 7.1.Основные показатели качества урожая.
  - 7.2.Изменчивость качества растениеводческой продукции.
  - 7.3.Влияние удобрений на качество пшеницы и ячменя.

#### **Модуль 7. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ХОЗЯЙСТВЕ**

- 1.Понятие о системе применения удобрений. Уровни, задачи и типы систем удобрений.
- 2.Порядок составления системы удобрения в хозяйстве.
- 3.Понятие о годовом и календарном плане применения удобрений.
- 4.Почвенно-агрохимичесие паспорта полей.
- 5.Компьютерная программа системы удобрения «Агрохимик».

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

### 2.1 Практическая работа «ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО АГРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПОЧВ»

#### **ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.**

*Внимательно конспектируйте и запомните следующие агрохимические термины и понятия:*

**Прогнозирование урожайности** научно обоснованное предсказание величины возможного урожая при складывающихся почвенно-климатических и материально-технических ресурсах. Различают два способа прогнозирования урожайности:

- а) на основе учета лимитирующего фактора;
- б) методам корреляционного анализа.

В первом случае величину прогнозируемой урожайности ( $Y_{\text{прогноз}}$ ) рассчитывают по формуле:

$$Y_{\text{прогноз}} = \frac{Q \cdot K}{q}, \quad (1)$$

где  $Q$  - общее количество ресурса (ФАР, тепло, продуктивная влага, запасы  $\text{CO}_2$ , макро- и микроэлементов и т.д.);

$K$  - коэффициент полезного использования ресурсов растениями;

$q$  - нормативы расхода ресурса для создания единицы урожая.

Лимитирующим фактором чаще всего выступает недостаток в почве того или иного питательного элемента и влаги. Прогнозирование урожайности по агрохимическим показателям осуществляется путем последовательного определения урожайности исходя из доступных запасов каждого питательного элемента в почве, минимальная из которых и составит величину прогнозируемой урожайности.

По второму способу прогнозируемая урожайность рассчитывается по уравнениям регрессии, которые вычисляются на основе статистической обработки экспериментальных данных. Прогнозировать урожайность возможно, как используя уравнение простой регрессии (2), так и множественной регрессии (3).

$$Y_{\text{прогноз}} = a + B_1 \cdot X_1, \quad (2)$$

$$Y_{\text{прогноз}} = a + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 \dots B_n \cdot X_n, \quad (3)$$

где  $a$  – свободный член уравнения;  
 $B_1 \dots X_n$  – коэффициенты регрессии;  
 $X_1 \dots X_n$  – величины отдельных факторов.

Понятно, что достоверность прогнозов повышается при описании зависимости урожая уравнениями множественной регрессии, которые обычно вычисляются с помощью современных ЭВМ.

**Потребление или нормативный вынос элемента питания** – количество элемента питания, необходимое для создания единицы основной и соответствующего количества побочной продукции. В отличие от предыдущих двух показателей выражается в кг/ц или кг/т. Примерные размеры нормативного выноса азота, фосфора и калия основных сельскохозяйственных культур приведены в приложении 1.

**Биологический вынос питательного элемента** – количество питательного элемента, необходимое для формирования всей биомассы растений, включая корневую систему, на единицу площади. Рассчитывается исходя из процентного содержания питательного элемента в той или иной части растений и величины биомассы (зерно, солома, корневая система) сельскохозяйственной культуры.

**Хозяйственный вынос элемента питания** – количество элемента питания отчуждаемого из почвы урожаем основной и побочной продукции на единицу площади. В хозяйственный вынос не включается питательный элемент, содержащийся в составе корневой системы. Хозяйственный и биологический выносы выражаются в кг/га.

**Коэффициент использования элемента питания из почвы (КИП)** – отношение размера биологического или хозяйственного выноса того или иного элемента пищи к его количеству в почве в доступной форме. КИП выражается в процентах или в долях от единицы. Примерные коэффициенты использования питательных веществ из почвы некоторыми группами сельскохозяйственных культур в зависимости от группы обеспеченности почвы (приложение 2, 3) подвижными формами питательных элементов даны в приложениях 4-6.

**Коэффициент использования питательного вещества удобрений (КИУ)** – отношение количества питательного вещества (элемента), усвоенного урожаем из удобрения к его общему количеству, внесенному в почву. КИУ измеряется в тех же единицах, что и КИП. Ориентировочные размеры коэффициентов использования

питательных элементов из минеральных и органических удобрений даны в приложении 7.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

*Рассчитайте величины возможной урожайности сельскохозяйственных культур по содержанию в пахотном слое подвижных форм N P K и в соответствии с условиями индивидуальной задачи в удовлетворительных и благоприятных погодных условиях по форме таблицы 1.*

Величину возможных урожаев без внесения удобрений ( $Y_0$ ) следует рассчитать по формуле (4):

$$Y_o = \frac{S_n \cdot K_n}{B}, \quad (4)$$

где  $S_n$  - запасы подвижных форм питательного элемента в пахотном слое, кг/га;

$K_n$  - коэффициент использования питательного элемента из почвы, в долях от 1;

$B$  - потребление (хозяйственный вынос) питательного элемента на создание единицы основной и побочной продукции, кг/ц.

Запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в почве следует рассчитать по уравнениям (5 и 6):

$$S_n = 0 \cdot I \cdot C_n \cdot h \cdot d, \quad (5)$$

где  $C_n$  - содержание подвижных форм  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  или минерального азота в пахотном слое, мг/кг;

$d$  - плотность пахотного слоя, г/см<sup>3</sup>;

$h$  - мощность пахотного слоя, см.

Ввиду отсутствия картограмм обеспеченности почв азотом, примерное содержание минерального азота в пахотном слое почвы предлагаем рассчитать согласно нашим рекомендациям [Гилязов, 1996] исходя из содержания гумуса по уравнению (6):

$$C_n = 7,5 \cdot G, \quad (6)$$

где  $C_n$  - содержание минерального азота в почве, мг/кг;

$G$  – содержание гумуса, %.

Такая количественная зависимость минерального азота от содержания гумуса наблюдается в связи с тем, что среднее содержание общего

азота в гумусе составляет около 3,5-5,0 %, а доля в нем минерального азота 1-2 %.

Размеры хозяйственных выносов на создание единицы основной и соответствующее количество побочной продукции ( $B$ ), коэффициенты использования питательных элементов из почвы ( $K_n$ ) приведены в приложениях 1, 4-6.

Таблица 1 - Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур по агрохимическим показателям почв

Показатели	Культура ...			Культура ...		
	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
Содержание подвижных форм NPK в пахотном слое, мг/кг						
Запасы подвижных форм NPK в пахотном слое почвы, кг/га ( $S_n$ )						
Коэффициентов использования подвижных форм NPK почвы ( $K_n$ ): а) в удовлетворительных погодных условиях; б) в благоприятных погодных условиях						
Ожидаемое поступление питательных элементов из почвы, кг/га: а) в удовлетворительных погодных условиях; б) в благоприятных погодных условиях						
Потребление (хозяйственный вынос) элементов питания с единицей основной и побочной продукции, кг/т ( $B$ )						
Возможная урожайность без внесения удобрений, т/га ( $Y_0$ ): а) в удовлетворительных погодных условиях; б) в благоприятных погодных условиях						

В расчетах необходимо исходить из того, что минимальные значения  $K_n$  будут соответствовать удовлетворительным погодным условиям, а максимальные – благоприятным. За наиболее вероятную величину урожайности следует принимать минимальную из трех, рассчитанных соответственно по запасам минерального азота, подвижного фосфора или обменного калия.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

*Сравните величины фактических урожаев по Республике Татарстан, вашему району, хозяйству с прогнозируемыми Вами урожаями в благоприятных и удовлетворительных условиях. Попытайтесь пояснить причины их расхождения.*

## 2.2 Практическая работа «РАСЧЕТ ВЫХОДА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ХОЗЯЙСТВЕ»

### **ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.**

*Объясните, почему органические удобрения являются агрономически более ценными, чем минеральные удобрения?*

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

*1. Ознакомьтесь методами расчета выхода свежего подстильного навоза ( $H_{св}$ , т), перепишите и запомните уравнения, используемые в этих расчетах:*

#### **Расчет $H_{св}$ по объему штабеля и плотности навоза.**

Используется уравнение:

$$H_{св} = V \cdot d, \quad (7)$$

где  $V$  - объем штабеля,  $m^3$ ;

$d$  - плотность навоза,  $t/m^3$ .

Ориентировочно плотность навоза можно брать равной ( $t/m^3$ ): 0,3-0,4-свежий неуплотненный; 0,7- свежий уплотненный; 0,8 – полуперепревший; 0,9-перепревший.

#### **Расчет $H_{св}$ по формуле Буссенго.**

Используется уравнение:

$$H_{св.} = (K + П) \cdot 2, \quad (8)$$

где  $K$  – количество кормов при естественной влажности, т;

$П$  – количество подстилки при естественной влажности, т.

#### **Расчет $H_{св}$ по формуле Вольфа.**

Используется уравнение:

$$H_{св.} = \left( \frac{K}{2} + П \right) \cdot 4, \quad (9)$$

где,  $K$  – количество сухого вещества кормов, т;

$П$  – количество сухого вещества подстилки, т.

#### **Расчет $H_{св}$ по методу ВИУА.**

Используется уравнение:

$$H_{св.} = \left[ (K_{об.} - K_n) \cdot \frac{100 - Y}{100} + K_n \right] \cdot 10 + П, \quad (10)$$

где  $K_{об.}$  - общее количество сухого вещества кормов, т;

$K_n$  - сухое вещество кормов, выпавших из кормушек, т;

$Y$  - процент усвоения сухого вещества кормов

животными;

$П$  - подстилка при естественной влажности, т.

Количество выпавших из кормушек кормов ( $K_n$ ) составляет для КРС- 5 %, свиней-10 % от общего количества кормов; Усвоение сухого вещества кормов животными ( $У$ ) равняется для КРС- 60 %, свиней - 70 %.

**Расчет  $H_{св}$  по среднесуточному выходу свежего навоза.**

Используется уравнение:

$$H_{св.} = \frac{B_c \cdot D_{сн} \cdot Ч_n}{1000}, \quad (11)$$

где  $B_c$  – суточный выход свежего навоза, кг;

$D_{сн}$  – длина стойлового периода, дни,

$Ч_n$  – численность поголовья,

1000 - коэффициент для перевода килограммов в тонны.

**Расчет  $H_{св}$  по среднегодовому выходу свежего навоза.**

Используется уравнение:

$$H_{св} = Ч_n \cdot V_r, \quad (12)$$

где  $Ч_n$  – численность поголовья;

$V_r$  – среднегодовой выход навоза на одно животное, т.

**Расчет  $H_{св}$  прямым взвешиванием** (метод прямого взвешивания).

*2. Решите индивидуальные задачи по расчету выхода свежего подстильного навоза при содержании животных на соломенной подстилке согласно указаниям преподавателя:*

*а). по среднесуточному выходу свежего навоза (хозяйство № 1);*

*б). по среднегодовому выходу свежего навоза (хозяйство № 2).*

*Необходимые для расчетов справочные материалы даны в таблицах 2-4.*

*3. Пересчитайте количество свежего навоза на полуперепревший, перепревший навоз и перегной.*

*4. Определите примерный выход навозной жижи при различных способах хранения подстильного навоза.*

Для ориентировочных расчетов следует исходить из того, что за 4 месяца из 1 т свежего навоза образуется навозной жижи:

- 17 л при холодном способе хранения;
- 45 л при горячо-прессованном способе хранения;
- 100 л при рыхлом способе хранения.

Таблица 2 - Примерный среднесуточный выход свежего подстилочного навоза при различных нормах соломенной подстилки  
(Ягодин Б.А. и др., 1989)

Норма подстилки, кг/гол.	Среднесуточный выход навоза от одной головы, кг			
	КРС	Лошадей	Свиней	Овец и коз
0	25	17	1,7	2
1	28	21	4,7	4
3	32	24	8,0	5
3	37	25	9,0	-
4	39	26	-	-
5	42	27	-	-
6	44	28	-	-

Таблица 3 - Норма подстилки на одно животное при стойловом содержании, кг/сутки (Васильев В.А., Филиппова Н.В., 1984)

Животные	Солома зерновых культур	Торф верховой слаборазложившийся (влажность 40-50%)	Сухая торфяная крошка переходного и низинного торфа	Древесные опилки, стружки
Коровы	4-6	8-11	10-20	4-6
Телята	2-3	4-6	8-10	2-4
Лошади	4-5	5-6	8-10	2-4
Овцы и козы	0,5-1,0	-	-	-
Свиньи, хряки	2-3	2-3	-	2-3
Свиноматки с поросятами	5-6	3-4	-	-
Холостые свиноматки	2-3	1,0-1,5	5-6	2-3
Откормочные поросята	1,0-1,5	0,5-1,0	2-3	1,5-2,0
Поросята отъемыши	0,5-1,0	0,5-1,0	-	1,0-1,5

Таблица 4 - Примерное количество навоза (т), получаемого в год от одного животного при содержании на соломенной подстилке  
(Васильев В.А., Филиппова Н.В., 1988)

Вид скота	Продолжительность стойлового периода, дни			
	220-240	200-220	180-200	Менее 180
КРС	9-10	8-9	6-8	4-5
Лошади	7-8	5-6	4,0-4,5	2,5-3,0
Свины	2,5	1,75	1,5	1,0
Овцы и козы	1,0	0,9	0,6-0,8	0,4-0,5

### ***ЗАКЛЮЧЕНИЕ.***

*Объясните, какой метод расчета выхода свежего навоза является наиболее точным?*

## 2.3 Практическая работа «РАСЧЕТ БАЛАНСА ГУМУСА В СЕВООБОРОТАХ И УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПРОСТОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ГУМУСА»

### **ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.**

*Дайте краткие определения терминам «насыщенность севооборота органическими удобрениями», «баланс гумуса», «простое воспроизводство гумуса», «уравновешенный баланс гумуса», «бездефицитный баланс гумуса».*

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

*1. Рассчитайте баланс гумуса в севообороте без применения навоза и компостов согласно данным индивидуального задания и указаниям преподавателя по форме таблицы 5.*

Сельскохозяйственные культуры, их площади, планируемые урожайности, тип, подтип и гранулометрический состав почвы, процентное содержание гумуса в пахотном слое почвы даны в индивидуальных заданиях. Исходя из этих данных, в первую очередь, следует рассчитать запасы гумуса по формуле (13):

$$Г = C \cdot d \cdot h, \quad (13)$$

где Г – запасы гумуса в пахотном слое почвы, т/га;  
 С - содержание гумуса в пахотном слое почвы, %;  
 d - плотность сложения пахотного слоя, г/см<sup>3</sup>;  
 h - мощность пахотного слоя, см.

Потери гумуса с каждого гектара (т/га) находят умножением запасов гумуса (т/га) на коэффициент минерализации гумуса ( $K_1$ ), которые, по данным разных авторов, варьируют в значительных пределах в зависимости от типа почв и видов сельскохозяйственных культур (таблица 6).

Для определения гумусообразования из корневых и пожнивных остатков (КПО) сначала следует рассчитать выход сухой массы КПО, умножая урожайность основной продукции в натуральной влажности на соответствующий коэффициент ( $K_2$ ). Накопление гумуса из КПО находится умножением сухой массы КПО на коэффициент гумификации сухого органического вещества КПО ( $K_3$ ), которые приведены в таблице 7.

Таблица 5 – Баланс гумуса в севообороте без применения навоза и компостов

Показатели	Ед. изм.	№№ поля				Итого по севообороту
		1	2	3	...	
Площадь	га					
Культура	-					-
Урожайность	т/га					-
Тип и подтип почвы, гранулометрический состав	-					-
Содержание гумуса в пахотном слое	%					-
Запасы гумуса в пахотном слое	т/га					-
<b>Потери гумуса</b>						
Коэффициент минерализации гумуса (K <sub>1</sub> )	-					-
Потери гумуса	т/га					-
<i>Потери гумуса на всю площадь</i>	т					
<b>Гумусообразование из корневых и пожнивных остатков (КПО)</b>						
Коэффициент выхода сухой массы КПО* (K <sub>2</sub> )	-					-
Выход сухой массы КПО	т/га					-
Коэффициент гумификации сухого органического вещества КПО (K <sub>3</sub> )	-					-
Накопление гумуса из КПО	т/га					-
<i>Накопление гумуса из КПО на всю площадь</i>	т					
<b>Гумусообразование из соломы и сидератов</b>						
Выход массы соломы** и сидератов натуральной влажности	т/га					-
Коэффициент гумификации соломы и сидератов натуральной влажности (K <sub>3</sub> )	-					-
Накопление гумуса из соломы и сидератов	т/га					-
<i>Накопление гумуса из соломы и сидератов на всю площадь</i>	т					
<b>Баланс гумуса (±)</b>	т					
	т/га					

Прим.: \* - коэффициент выхода сухой массы корневых и пожнивных остатков к урожаю основной продукции натуральной влажности;

\*\* - выход массы соломы натуральной влажности следует рассчитать исходя из соотношения зерна к соломе (яровые зерновые 1:1, озимые зерновые 1: 1,5).

Таблица 6 – Коэффициенты минерализации гумуса и выхода сухой массы корневых и пожнивных остатков (КПО)  
(Васильев В.А., Филиппова Н.В., 1988; Попов П.Д., Хохлов В.И., Егоров А.А. и др., 1988; Кравченко В.А., 2007 и др.)

Источник органического вещества	Коэффициенты		
	минерализации гумуса ( $K_1$ )		выхода сухой массы КПО к урожаю основной продукции в натуральной влажности ( $K_2$ )
	нечерноземные почвы	черноземные почвы	
Мн. травы 1 года пользования на сено	0,007	0,004	0,60
Мн. травы 1 года пользования на зеленый корм (з/к)	0,007	0,004	0,15
Мн. травы 2 и 3 года пользования на сено	0,007	0,004	1,20
Мн. травы 2 и 3 года пользования на з/к	0,007	0,004	0,30
Однолетние травы на сено	0,008	0,005	0,40
Однолетние травы на зеленый корм	0,008	0,005	0,10
Зернобобовые	0,008	0,005	0,80
Зерновые	0,010	0,006	0,80
Картофель, корнеплоды, овощи	0,020	0,012	0,10
Силосные культуры	0,020	0,012	0,07
Чистый пар	0,025	0,015	-

В случае возделывания сидеральных культур и использования соломы в качестве органического удобрения, следует рассчитать гумусообразование из этих источников. Порядок расчета накопления гумуса из соломы и сидератов аналогичен таковому из КПО. Выход массы соломы натуральной влажности следует рассчитать исходя из соотношения зерна к соломе (яровые зерновые 1:1, озимые зерновые 1: 1,5), а выход массы сидератов натуральной влажности – это планируемая урожайность сидеральной культуры.

Таблица 7 – Коэффициенты гумификации ( $K_3$ ) растительных остатков и органических удобрений в почвах Республики Татарстан (по данным «Рекомендации по расчету баланса гумуса в земледелии и потребности в органических удобрениях. - Казань, 2002» с уточнениями автора)

Источники гумуса	Почвы					
	дерново-подзолистые		серые лесные		черноземы	
	А	Б	А	Б	В	Г
Сухое вещество корневых и пожнивных остатков (КПО) зерновых, рапса и подсолнечника (семена), трав на сено	0,150	0,180	0,160	0,200	0,170	0,220
Сухое вещество КПО кормовых, озимых на зеленый корм, рапса (зеленая масса)	0,100	0,120	0,110	0,150	0,130	0,160
Сухое вещество КПО картофеля, корнеплодов, овощей	0,050	0,060	0,060	0,070	0,070	0,080
Солома зерновых натуральной влажности	0,150	0,180	0,160	0,200	0,170	0,220
Навоз подстилочный натуральной влажности (75 %)	0,055	0,065	0,060	0,070	0,061	0,075
Торф натуральной влажности	0,075	0,085	0,080	0,085	0,085	0,090
Надземная масса сидератов натуральной влажности	0,040	0,060	0,050	0,060	0,060	0,070

Прим.: \* А - песчаная и супесчаная; Б - суглинистая и глинистая;  
В - легко- и среднесуглинистая; Г - тяжелосуглинистая и глинистая.

Баланс гумуса устанавливается сопоставлением потери гумуса почвы в результате его минерализации с суммарным поступлением его за счет гумификации корневых и пожнивных остатков (КПО), соломы и сидератов.

*2.Рассчитайте необходимую насыщенность севооборота органическими удобрениями для уравновешенного баланса гумуса.*

Если баланс гумуса складывается положительным, то необходимость внесения навоза или других органических удобрений для простого воспроизводства гумуса отпадает. Если же баланс гумуса складывается отрицательным, то есть обнаруживается дефицит гумуса ( $D_z$ , т/га), то возникает необходимость внесения навоза или компостов.

В этом случае насыщенность севооборота навозом или компостом для простого воспроизводства гумуса ( $H_{nv}$ , т/га) следует рассчитывать по уравнению (14):

$$H_{nv} = \frac{D_z}{K_3}, \quad (14)$$

где  $K_3$  - коэффициент гумификации органических удобрений натуральной влажности (см. таблицу 7).

Так, например, если в условиях тяжелосуглинистой серой лесной почве баланс гумуса в севообороте оказался отрицательным и приравнялся - 0,49 т/га, то есть  $D_z = 0,49$ , то для бездефицитного баланса гумуса на каждый гектар необходимо вносить 7 тонн подстилочного навоза  $\left[ \frac{0,49}{0,070} \right]$ .

*3.Рассчитайте общую потребность вашего севооборота в органических удобрениях (подстилочный навоз) для простого воспроизводства гумуса. Определите, под какую культуру, и какой дозой следует вносить навоз в данном севообороте.*

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Сравнивайте рассчитанные Вами насыщенности севооборота органическими удобрениями для простого воспроизводства гумуса с фактическим уровнем применения органических удобрений в настоящее время в Республике Татарстан и Российской Федерации, и сделайте соответствующие выводы. Попытайтесь прогнозировать изменение содержания гумуса в почвах РТ при сохранении нынешнего уровня применения органических удобрений.

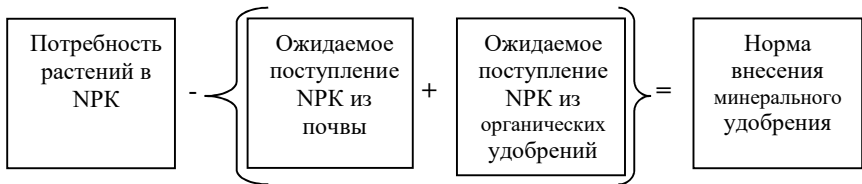
## 2.4 Практическая работа «ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАПЛАНИРОВАННОЙ УРОЖАЙНОСТИ РАСЧЕТНО-БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ»

### ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

*Конспектируйте нижеприведенный текст и запомните сущность расчетно-балансового метода для получения запланированной урожайности.*

В основе расчетно-балансового метода (РБМ) для получения запланированной урожайности лежит баланс питательных элементов в системе «почва-растение», то есть сопоставление расхода питательных элементов на формирование запланированной урожайности с ожидаемым поступлением их из почвы и органических удобрений. Метод впервые был предложен в 1929-1930 гг. Масловой А.Л., Надеждиным А.М., Денисьевским В.С. для расчета норм минеральных удобрений под сахарную свеклу.

Общую схему расчетов по этому методу можно представить следующим образом:



То же самое можно написать в виде уравнения (15):

$$H = \frac{Y_n \cdot B - (S_n \cdot K_n + S_o \cdot K_o)}{K_y} \quad (15)$$

где  $H$  - норма внесения питательного элемента в составе минерального удобрения, кг д. в. на 1 га;

$Y_n$  - планируемая урожайность, т/га;

$B$  - хозяйственный вынос (потребление) азота фосфора или калия на создание 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции, кг;

$S_n$  - запасы подвижных форм питательного элемента в пахотном слое почвы, кг/га;

$K_n$ ,  $K_o$ ,  $K_y$  - коэффициенты использования питательного элемента соответственно из почвы, органических и минеральных удобрений, в долях от 1;

$S_o$  - количество питательного элемента, внесенных в почву с органическим удобрением, кг/га. При расчете количества питательных веществ, вносимых в составе органических удобрений, следует пользоваться усредненными данными о содержании общего азота, фосфора и калия в подстилочном навозе соответственно 0,50; 0,25 и 0,60 %.

Пояснение основных терминов, необходимых для расчета норм удобрений - потребление или нормативный вынос элемента питания, коэффициент использования элемента питания из почвы (КИП), коэффициент использования питательного вещества удобрений (КИУ) были приведены в первой практической работе «Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур по агрохимическим показателям почв» (см. стр. 9).

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

*Решите выданную Вам индивидуальную задачу по определению норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом на планируемую урожайность.*

Расчеты норм удобрений для получения запланированной урожайности следует вести по форме нижеприведенной таблицы 8.

Размеры хозяйственных выносов на создание единицы основной и соответствующее количество побочной продукции ( $B$ ) и коэффициенты использования питательных элементов из почвы, органических и минеральных удобрений ( $K_n$ ,  $K_o$ ,  $K_y$ ) даны в приложениях 1 и 4-7.

Примерное содержание общего азота, фосфора и калия в смешанном подстилочном навозе следует принимать равным соответственно 0,50; 0,25 и 0,60 %.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

*Укажите преимущества и недостатки расчетно-балансового метода расчета норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности. При каких условиях расчеты норм удобрений могут быть более точными?*

Таблица 8 - Определение норм минеральных удобрений методом  
элементарного баланса (расчетно-балансовым методом на  
планируемую урожайность)

Показатели	У <sub>п</sub> = т/га			У <sub>п</sub> = т/га		
	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.Потребление NPK с единицей основной и побочной продукции, кг/т (В)						
2.Ожидаемый вынос NPK с планируемым урожаем, кг/га						
3.Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг						
4.Запасы подвижных форм NPK в пахотном слое почвы, кг/га (S <sub>п</sub> )						
5.Коэффициенты использования NPK из почвы (К <sub>п</sub> )						
6.Ожидаемое поступление NPK из почвы, кг/га						
7.Норма внесения органического удобрения, т/га						
8.Содержание NPK в органических удобрениях, %						
9.Запасы NPK в органических удобрениях, кг/га (S <sub>о</sub> )						
10.Коэффициенты использования NPK из органических удобрений, (K <sub>о</sub> )						
11.Ожидаемое поступление NPK из органических удобрений, кг/га						
12.Дефицит NPK для получения планируемого урожая, кг/га						
13.Коэффициенты использования NPK из минеральных удобрений (K <sub>у</sub> )						
14.Нормы внесения NPK в составе минеральных удобрений, кг д.в./га (Н)						
15.Норма внесения минеральных удобрений в физическом весе, кг/га						
а)						
б)						
в)						

## 2.5 Практическая работа «ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ РАСЧЕТНО-БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ ПО ЛИМИТИРУЮЩЕМУ ФАКТОРУ»

### ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

*Конспектируйте нижеприведенный текст и запомните сущность расчетно-балансового метода по лимитирующему фактору.*

Метод впервые был предложен Гилязовым М.Ю. в 1996 г. [4] как один из вариантов наиболее экономного использования минеральных удобрений за счет максимального использования почвенных запасов питательных элементов в условиях острого дефицита удобрений.

В этом случае сначала находят величины возможной урожайности без внесения минеральных удобрений ( $Y_o$ ) по содержанию суммы подвижных форм каждого питательного элемента в отдельности (N, P, K) в почве и органических удобрениях по уравнению (16):

$$Y_o = \frac{S_{\Pi} \cdot K_{\Pi} + S_o \cdot K_o}{B}, \quad (16)$$

Условные обозначения те же, что и в уравнении (15).

Величины возможных урожаев по N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O показывают факторы, находящиеся в первом и втором минимуме, зная которых, следует выбрать один или два вида удобрения, которые вероятнее всего, дадут наибольший эффект.

Нормы внесения этих удобрений ( $H_1$ ,  $H_2$ ) нужно рассчитать по формулам (17 и 18):

$$H_1 = \frac{(Y_o^{макс.} - Y_o^{мин1.}) \cdot B}{K_y}, \quad (17)$$

$$H_2 = \frac{(Y_o^{макс.} - Y_o^{мин2.}) \cdot B}{K_y}, \quad (18)$$

где  $Y_o^{макс.}$  - максимальная урожайность без внесения минеральных удобрений, т/га;

$Y_o^{мин.1}$  - урожайность без внесения минеральных удобрений по фактору, находящемуся в первом минимуме, т/га;

$Y_{o}^{мин.2}$  - урожайность без внесения минеральных удобрений по фактору, находящемся во втором минимуме, т/га;  
Остальные условные обозначения те же, что и в уравнении (15).

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

*Решите выданную Вам индивидуальную задачу по определению норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом по лимитирующему фактору.*

В данном случае расчеты норм внесения удобрений следует вести по форме таблицы 9.

Таблица 9 - Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом по лимитирующему фактору

Показатели	Культура			Культура		
	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1	2	3	4	5	6	7
1.Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг						
2.Запасы подвижных форм NPK в пахотном слое почвы, кг/га ( $S_{п}$ )						
3.Коэффициенты использования подвижных форм NPK из почвы ( $K_{п}$ )						
4.Ожидаемое поступление питательных элементов из почвы, кг/га						
5.Норма внесения органического удобрения, т/га						
6.Содержание питательных элементов в органических удобрениях, %						
7.Запасы питательных элементов в органических удобрениях, кг/га ( $S_{o}$ )						
8.Коэффициенты использования NPK из органических удобрений, ( $K_{o}$ )						
9.Ожидаемое поступление NPK из органических удобрений, кг/га						

продолжение таблицы 9						
1	2	3	4	5	6	7
10.Суммарное поступление NPK из почвы и органических удобрений, кг/га						
11. Потребление (хозяйственный вынос) элементов питания с единицей основной и побочной продукции, кг/т (В)						
12.Возможная урожайность без внесения минеральных удобрений, т/га ( $Y_0$ )						
13.Коэффициенты использования NPK из минеральных удобрений ( $K_y$ )						
14.Норма внесения NPK в составе минеральных удобрений, кг д. в./га (Н)						
15.Норма внесения минеральных удобрений в физическом весе, кг/га						
а)						
б)						

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

*Укажите преимущества и недостатки расчетно-балансового метода расчета норм минеральных удобрений по лимитирующему фактору. Прогнозируйте возможные изменения плодородия почв при длительном применении данного метода расчета норм минеральных удобрений.*

## 2.6 Практическая работа «РАСЧЕТ ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЕВООБОРОТАХ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ»

### **ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.**

*Вспомните и поясните термины «потребление или нормативный вынос», «биологический вынос», «хозяйственный вынос элемента питания», «коэффициент использования элемента питания из почвы», «коэффициент использования питательного вещества удобрений».*

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

*1. Ознакомьтесь нижеприведенным текстом, конспектируйте основные положения и запомните основные термины, используемые для расчета баланса питательных элементов в севооборотах: «баланс питательных веществ (элементов)», «биологический баланс», «хозяйственный баланс», «внешнехозяйственный баланс», «структура баланса», «емкость баланса», «норматив баланса».*

По определению С.Н. Юркина (1975) баланс питательных элементов растений есть математическое выражение их круговорота в земледелии, народном хозяйстве и биосфере. Более полное определение термину «баланс питательных элементов в земледелии» дает В.Г. Минеев (2004). По мнению этого автора, баланс питательных веществ - это количественное выражение содержания питательных веществ в почве на конкретной площади или объекте исследования (поле, севооборот, длительный стационарный опыт, хозяйство, зона, республика и т.д.) с учетом всех статей их поступления (внесение удобрений, природные источники и т.д.) и расхода (вынос с урожаем, естественные потери - вымывание, смыв, улетучивание и т.д.) в течение определенного промежутка времени. Поступление питательных веществ обеспечивают следующие источники: 1) минеральные удобрения; 2) органические удобрения; 3) растительные остатки; 4) посевной материал; 5) биологическая фиксация атмосферного азота микроорганизмами; 6) осадки. В расходной части учитывают: 1) вынос с урожаем основной и побочной продукции; 2) вынос с растительными остатками; 3) вымывание в грунтовые воды и смыв с поверхности; 4) потери в результате возможных эрозийных процессов; 5) газообразные потери и т.д. Таким образом, **баланс питательных элементов в земледелии** состоит из приходной (поступление в почву) и расходной (вынос из почвы) частей и показывает разность между ними.

Следует также отметить, что баланс элементов и веществ может быть биологическим, хозяйственным и внешнехозяйственным.

**Биологический баланс** достаточно полно охватывает все статьи поступления питательных веществ, вовлекаемых в круговорот, в том числе поступления с корневыми и пожнивными остатками. Его можно использовать при оценке отдельных специализированных севооборотов.

**Хозяйственный баланс** базируется на учете выноса питательных веществ с основной и побочной продукцией и компенсации их за счет внесения минеральных и органических удобрений. Обычно он дает объективную агроэкономическую оценку системе удобрений в хозяйстве, зоне, республике и т.д.

**Внехозяйственный баланс** учитывает отчуждение питательных веществ с товарной продукцией за пределы хозяйства и поступление их с минеральными удобрениями. Он имеет большое значение при определении потребности в удобрениях и в значительной мере определяется специализацией хозяйства. Если хозяйства специализируются на производстве товарной продукции (например, свекле), то баланс будет более дефицитным, чем в хозяйствах, специализирующихся на производстве животноводческой продукции на собственной кормовой базе, где значительная часть питательных веществ возвращается в почву [Минеев, 2004].

Для теоретических исследований чаще рассчитывают биологический, а для практических целей — хозяйственный баланс элементов.

Количественная и качественная оценки приходно-расходных статей баланса питательных элементов в различных почвенно-климатических условиях нередко позволяют значительно сократить число этих статей за счет исключения сопоставимых и равных из их числа, как в приходной, так и в расходной статьях. Например, для азота суммарное количество поступающего в почву элемента из атмосферы (включая выпадение с осадками), с семенами и за счет свободноживущих азотфиксаторов нередко соответствует суммарным потерям его за счет вымывания, эрозионных процессов и газообразных потерь. Для фосфора, калия, кальция, магния и других элементов суммарное количество каждого из них, поступающее из атмосферы и с семенами, также может соответствовать суммарным их потерям за счет вымывания и эрозионных процессов. Разумеется, при различиях в суммарных величинах вышеперечисленных статей прихода и расхода уменьшается их количество, соответствующее суммарному равенству с той и другой стороны. В конечном итоге среди приходных статей

баланса нередко остается только внесение с удобрениями и мелиорантами (для азота еще и симбиотическая азотфиксация), а в расходных - потребление растениями (хозяйственный вынос). Это существенно упрощает балансовые расчеты и позволяет легко осуществлять их в любом производственном посеве, агроценозе или природном (естественном) ландшафте [Ягодин, Жуков, Кобзаренко, 2003].

Исследования баланса питательных элементов - одна из ведущих проблем агрономической химии и общей проблемы регулирования обмена веществ между человеком и природой, которая в настоящее время приобретает первостепенное значение. Это связано с необходимостью систематически повышать эффективное плодородие почв и урожаи, регулировать баланс элементов питания растений по фазам их роста и развития в целях увеличения удельного веса и улучшения качества хозяйственно полезной части урожая, а также в связи с острой необходимостью разработки и осуществления мер по охране и оздоровлению окружающей среды [Юркин, 1975].

При оценке интенсивности и характера баланса питательных веществ в земледелии обычно используют следующие показатели:

**Структура баланса** – долевое участие отдельных статей расходной и приходной частей баланса, выраженное в процентах.

**Емкость баланса** – сумма выноса (расхода) и поступление (прихода) питательного элемента, приходящаяся на единицу площади за определенный промежуток времени, например, за 1 год.

**Норматив баланса (коэффициент возмещения или возврата)** - отношение поступления питательных элементов в почву с удобрениями к выносу с урожаями. Термин используется для анализа хозяйственного баланса и измеряется в долях от единицы. Иногда в качестве синонимов этого показателя применяются термины «относительный баланс» и «интенсивность баланса», которые выражаются процентным отношением поступления к выносу. Примерные оптимальные нормативы баланса питательных элементов за севооборот для поддержания бездефицитного баланса азота, фосфора и калия приведены в таблице 10. Величины оптимальных нормативов баланса зависят от обеспеченности почв питательными элементами. Причем, оптимальные величины норматива баланса азота Ягодин Б.А и др. (1989) рекомендуют установить в зависимости от обеспеченности почвы подвижными формами фосфора.

*2. Решите индивидуальные задачи по определению хозяйственного баланса питательных элементов в севообороте в соответствии с указаниями преподавателя.*

Таблица 10 - Ориентировочные оптимальные нормативы баланса питательных веществ при различных уровнях плодородия почв (Ягодин Б.А. и др., 1989)

Группа почвы	Обеспеченность почвы подвижными формами $P_2O_5$ и $K_2O$	Нормативы баланса (поступление в % к выносу)		
		N*	$P_2O_5$	$K_2O$
1-2	очень низкая и низкая	120-130	200-250	130-150
3	средняя	120-130	170-200	110-130
4	повышенная	110-120	140-170	80-100
5	высокая	100-110	100-140	60-80
6	очень высокая	80-100	70-100	40-60

Прим.: \* - в зависимости от обеспеченности почвы подвижными формами фосфора.

Для установления хозяйственного баланса питательных веществ в севообороте необходимо подсчитать вынос питательных веществ с запланированной урожайностью по форме таблицы 11 и рассчитать поступление питательных веществ в почву с минеральными (таблица 12) и органическими удобрениями (таблица 13).

Таблица 11 - Хозяйственный вынос НРК с урожаями культур севооборота

Культура	Урожайность, т/га	Площадь, га	Хозяйственный вынос НРК, кг д. в.		
			на 1 тонну	со всей площади	с 1-ого гектара
Азот					
...					-
...					-
В среднем по севообороту			-		
Фосфор					
...					-
...					-
В среднем по севообороту			-		
Калий					
...					-
...					-
В среднем по севообороту			-		

Таблица 12 - Поступление питательных веществ в почву в составе минеральных удобрений

Культура	Площадь, га	Норма внесения минерального удобрения, кг д. в./га			Поступление в составе минеральных удобрений на всю площадь, кг д. в.		
		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
...							
...							
...							
Сумма		-	-	-			
В среднем по севообороту, кг д. в./га							

Таблица 13 - Поступление питательных веществ в почву в составе органических удобрений

Культура	Площадь, га	Вид и норма внесения органического удобрения, т/га	Содержание в органическом удобрении, %			Поступление в составе органических удобрений на всю площадь, кг д. в.		
			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
...								
...								
...								
Сумма		-	-	-	-			
В среднем по севообороту, кг д. в./га								

Хозяйственный баланс питательных элементов следует рассчитать по форме таблицы 14.

3. Оцените сложившиеся балансы питательных элементов в данном севообороте в соответствии с данными таблицы 10. Попробуйте прогнозировать изменение обеспеченности почв вашего севооборота питательными элементами на перспективу.

Таблица 14 - Хозяйственный баланс питательных веществ в севообороте

Статьи баланса	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.Хозяйственный вынос с урожаями, кг/га в год			
2. Поступление, кг/га в год			
в том числе: а) с минеральными удобрениями			
б) с органическими удобрениями			
в) всего			
3.Баланс питательных веществ, кг/га в год			
4.Фактический норматив баланса (поступление в % к выносу)			
5.Оптимальный норматив баланса (поступление в % к выносу)			

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

*Сформулируйте предложения по улучшению баланса азота, фосфора и калия исходя из фактического баланса питательных элементов в вашем севообороте.*

### **3 ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

#### **3.1 ВОПРОСЫ ПИСЬМЕННЫХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

##### **3.1.1 Вопросы письменной контрольной работы на тему «Актуальные проблемы воспроизводства плодородия почв в условиях техногенеза»**

1. Понятие о плодородии почв.
2. Почва – многокомпонентное природное биокосное тело.
3. Развитие представлений о почвенном плодородии.
4. Категории и формы плодородия.
5. Относительный характер плодородия почв.
6. Элементы плодородия и факторы, лимитирующие плодородие почв.
7. Требования культурных растений к плодородию почвы.
8. Оценка и мониторинг плодородия почв.
9. Изменение плодородия почв в процессе их сельскохозяйственного использования.
10. Воспроизводство почвенного плодородия.
11. Принципы регулирования почвенного плодородия.
12. Простое воспроизводство почвенного плодородия.
13. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия.
14. Почвенное плодородие и продовольственная проблема.
15. Причины, последствия и меры борьбы с подкислением почв.
16. Причины, последствия и меры борьбы с деградацией почв.
17. Причины, последствия и меры борьбы с загрязнением почв тяжелыми металлами.
18. Причины, последствия и меры борьбы с чрезмерным уплотнением почв.
19. Причины, последствия и меры борьбы с водной эрозией.
20. Причины, последствия и меры борьбы с ветровой эрозией.
21. Причины, последствия и меры борьбы с агрогенным истощением почв.
22. Причины, последствия и меры борьбы с нефтяным загрязнением почв.
23. Причины, последствия и меры борьбы с засолением почв.
24. Причины, последствия и меры борьбы с солонцеванием почв.
25. Актуальные проблемы воспроизводства плодородия почв Республики Татарстан.

### **3.1.2 Вопросы контрольной работы на тему «Роль удобрений в воспроизводстве плодородия почв и повышении урожайности полевых культур»**

- 1.Идеология применения удобрений.
- 2.Роль удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур.
- 3.Роль удобрений в воспроизводстве плодородия почв.
- 4.Состояние применения удобрений в мире.
- 5.Состояние применения удобрений в Российской Федерации.
- 6.Состояние применения удобрений в Республике Татарстан.
- 7.Возможные негативные последствия применения азотных удобрений.
- 8.Возможные негативные последствия применения фосфорных удобрений.
- 9.Возможные негативные последствия применения калийных удобрений.
- 10.Возможные негативные последствия применения органических удобрений.
- 11.Возможные негативные последствия применения химических мелиорантов.
- 12.Влияние удобрений на содержание гумуса.
- 13.Влияние удобрений на ППК и кислотность почвы.
- 14.Влияние удобрений на содержание в почве основных питательных элементов.
- 15.Влияние удобрений на агрофизические свойства почвы.
- 16.Влияние удобрений на биологическую активность почвы.
- 17.Динамика потребления питательных элементов сельскохозяйственными культурами.
- 18.Способы внесения удобрений, их эффективность в зависимости от почвенных, климатических организационно-экономических условий.
- 19.Сроки внесения удобрений, их эффективность в зависимости от почвенных, климатических организационно-экономических условий.
- 20.Способы размещения удобрений в почве, их эффективность в зависимости от почвенных, климатических организационно-экономических условий.

### **3.1.3 Вопросы контрольной работы на тему «Особенности питания и удобрения полевых культур»**

- 1.Особенности развития и питания озимой пшеницы.
- 2.Система удобрения озимой пшеницы.

3. Особенности питания и удобрения озимой ржи.
4. Особенности развития и питания озимой ржи.
5. Система удобрения озимой ржи.
6. Особенности питания и удобрения тритикале.
7. Особенности развития и питания яровой пшеницы.
8. Система удобрения яровой пшеницы.
9. Некоторые особенности удобрения твердой яровой пшеницы.
10. Особенности питания и удобрения ярового ячменя.
11. Особенности развития, питания и удобрения овса.
12. Особенности питания и удобрения проса.
13. Особенности питания и удобрения гречихи.
14. Особенности питания и удобрения кукурузы.
15. Особенности развития и питания зернобобовых культур.
16. Особенности системы удобрения гороха и вики.
17. Особенности питания и удобрения сои.
18. Понятие о качестве и безопасности растениеводческой продукции.
19. Изменчивость качества растениеводческой продукции.
20. Позитивное и негативное влияние удобрений на качество урожая.
21. Влияние удобрений на качество озимой и яровой пшеницы.
22. Влияние удобрений на качество озимой ржи.
23. Влияние удобрений на качество ячменя и овса.
24. Влияние удобрений на качество проса и гречихи.
25. Влияние удобрений на качество зернобобовых культур.
26. Понятие о качестве и безопасности растениеводческой продукции.

### **3.1.4 Вопросы контрольной работы на тему «Баланс питательных веществ в севооборотах и приемы повышения плодородия почв при возделывании полевых культур»**

1. Понятие о круговороте веществ в природе и земледелии.
2. Малый (биологический) круговорот веществ в биосфере.
3. Большой (геологический) круговорот веществ в природе.
4. Круговорот веществ и питательных элементов в земледелии.
5. Понятие о балансе питательных веществ в земледелии.
6. Охарактеризуйте дефицитный, положительный и уравновешенный баланс питательных веществ в земледелии.
7. Основные статьи расходной части баланса питательных элементов в земледелии.
8. Основные статьи приходной части баланса питательных элементов в земледелии.

9. Охарактеризуйте показатели «коэффициент восполнения (норматив баланса)», «емкость баланса» и «структура баланса».
10. Обоснуйте необходимость установления баланса питательных элементов в земледелии.
11. Обоснуйте необходимость установления баланса гумуса в севооборотах хозяйства.
12. Роль гумуса в воспроизводстве плодородия почв и питании зерновых культур.
13. Изменчивость содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании почв.
14. Поясните методику расчета баланса гумуса с использованием коэффициентов его минерализации, гумификации растительных остатков и органических удобрений.
15. Охарактеризуйте методику определения необходимой насыщенности севооборота органическими удобрениями на основе расчета баланса гумуса.
16. Особенности круговорота и оптимизация баланса азота в земледелии.
17. Особенности круговорота и оптимизация баланса фосфора в земледелии.
18. Особенности круговорота и оптимизация баланса калия в земледелии.
19. Особенности круговорота и оптимизация баланса серы в земледелии.
20. Особенности круговорота и оптимизация баланса кальция и магния в земледелии.
21. Охарактеризуйте баланс азота, фосфора и калия в земледелии Российской Федерации в настоящее время.
22. Охарактеризуйте баланс азота, фосфора и калия в земледелии Татарстана в настоящее время.
23. Баланс - основной агрохимический показатель прогноза воспроизводства почвенного плодородия и эффективности применения удобрений.
24. Основные элементы ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.
25. Влияние ресурсосберегающих технологий на плодородие почвы.

## 3.2 ВОПРОСЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ МАГИСТРАНТОВ

### 3.2.1 Модуль «Плодородие почв, удобрение и урожайность полевых культур»

1. Автор определения «Почва – благородная ржавчина Земли»:
2. Автор определения «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным действием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых»:
3. Сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, обладающая плодородием, и являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени:
4. Автор монографии «Русский чернозем»:
5. Биокосное природное тело, где одновременно содержатся газообразные, жидкие, твердые вещества и живые организмы, и обладающее плодородием:
6. Теория, согласно которой под плодородием почвы понимали способность ее обеспечивать растения перегноем:
7. Теория, согласно которой под плодородием почвы понимали способность ее обеспечивать растения всеми минеральными элементами:
8. Современный автор, утверждающий, что «плодородие почвы должно рассматриваться, как способность не только производить урожай растений, но и обеспечивать воспроизводство самой почвы как среды жизнеобеспечения»:
9. К важнейшим элементам (факторам) плодородия относятся:
10. Ошибочное утверждение о гранулометрическом составе почвы:
11. Справедливые утверждения о гранулометрическом составе почвы:
12. При прочих равных условиях наиболее низкую поглотительную способность и буферность имеет почва:
13. Справедливые утверждения о структурности почвы:
14. Справедливые утверждения об органических веществах почвы:
15. Биологическая активность почвы обуславливается:
16. Абсолютно необходимые макроэлементы:
17. Абсолютно необходимые микроэлементы:
18. Установите соответствие между факторами, лимитирующими плодородие, и мелиоративными приемами их ликвидации или минимализации:

20. Интегральный показатель эффективного плодородия почв:
21. Комплексная оценка плодородия почв сельскохозяйственных земель проводится:
22. Комплексное почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель включает:
23. Комплексное почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель должно проводиться:
24. Оперативный мониторинг плодородия сельскохозяйственных земель должен проводиться:
25. Ежегодный оперативный мониторинг плодородия сельскохозяйственных земель включает:
26. Направленное воздействие человека на почву при вовлечении их в сельскохозяйственное производство, конечной целью которого является создание в почве свойств, обеспечивающих высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур:
27. Постоянное слежение за изменением плодородия почв:
28. Сравнительная оценка почв как средства производства в сельском и лесном хозяйстве, выраженная в количественных показателях и основанная на учете свойств почвы и уровня урожайности:
29. Изменение плодородия почв в процессе сельскохозяйственного их освоения обуславливается:
30. Агрономически ценные агрегаты почвы могут образоваться:
31. Агрономически ценные агрегаты почвы могут разрушаться:
32. В настоящее время в мире ежегодно теряют плодородие и выбывают из сельскохозяйственного оборота:
33. Повышение потенциального плодородия почв путем прогрессивного наращивания искусственного плодородия:
34. По данным ФАО в конце 20 века (голодающие и недоедающие):
35. Страна, имеющая наибольшее количество пашни на одного жителя:
36. В историческом плане энергетические затраты на производство единицы растениеводческой продукции:
37. Количество удобрений в кг действующих веществах, вносимое на 1 гектар в течение года:
38. В нашей стране максимальная насыщенность пашни минеральными удобрениями наблюдалась:
39. В начале 21-ого века в РФ на каждый гектар пашни в среднем вносят минеральных удобрений:
40. В начале 21-ого века в Республике Татарстан на каждый гектар пашни в среднем вносят минеральных удобрений:

### **3.2.2 Модуль «Особенности удобрения и качество урожая полевых культур»**

1. Справедливые утверждения о корневой системе и требованиях озимой пшеницы к почве:
2. При недостатке азота у озимой пшеницы:
3. Потребление азота озимой пшеницей:
4. Недостаточная обеспеченность растений озимой пшеницы фосфором:
5. Ошибочное утверждение о калийном питании озимой пшеницы:
6. Установите соответствие (потребность озимой пшеницы в питательных элементах для формирования урожая составляет, кг на 1 т основной продукции):
7. Дозы допосевного удобрения озимой пшеницы обуславливаются:
8. При возделывании озимой пшеницы по черному пару:
9. При посеве озимой пшеницы после гороха и вики (особенности действия):
10. При посеве озимой пшеницы после многолетних бобовых трав:
11. Общие справедливые положения по внесению минеральных удобрений под озимую пшеницу:
12. Обоснуйте значение припосевного удобрения на посевах озимой пшеницы:
13. Лучшее удобрение для припосевного внесения под озимую пшеницу, идущей после поздно убираемых непаровых предшественников:
14. Высокая эффективность ранней весенней подкормки озимых азотными удобрениями объясняется тем, что:
15. Ранняя весенняя подкормка озимой пшеницы может проводиться с помощью:
16. Дозы весенней азотной подкормки могут определяться на основе:
17. Требования озимой ржи к почве:
18. Органические удобрения на посевах озимой ржи:
19. Обязательный и высокоэффективный прием внесения удобрений под озимую рожь:
20. Уравнения для расчета дозы азотной подкормки на посевах озимой пшеницы по данным растительной диагностики:
21. Справедливые утверждения об особенностях роста и удобрения тритикале:
22. Корневая система яровой пшеницы (особенности расположения в почве и усвояющей способности):
23. Потребление яровой пшеницей питательных элементов (по сравнению с другими зерновыми культурами):

- 24.Справедливые утверждения об особенностях питания яровой пшеницы:
- 25.До фазы кущения на рост и развитие яровой пшеницы наибольшее негативное влияние оказывает:
- 26.Справедливые утверждения об азотном питании яровой пшеницы:
- 27.Географические особенности действия минеральных удобрений на яровую пшеницу:
- 28.Применение микроэлементов на посевах яровой пшеницы:
- 29.Особенности развития твердой яровой пшеницы:
- 30.Система удобрения твердой яровой пшеницы:
- 31.Корневая система ячменя (особенности роста и поглощения влаги из почвы):
- 32.Требования ярового ячменя к почве:
- 33.Требования ярового ячменя к элементам питания:
- 34.Отношение ячменя к известкованию почвы:
- 35.Допосевное внесение удобрений под ячмень:
- 36.Подкормки на посевах ячменя:
- 37.Особенности применения азотных удобрений при выращивании пивоваренного ячменя:
- 38.Корневая система и требования овса к почве:
- 39.Особенности системы применения удобрений под овес:
- 40.Особенности минерального питания проса:

### 3.3 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ И ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ РАБОТ

- 1.Причины, последствия и меры борьбы с подкислением почв.
- 2.Причины, последствия и меры борьбы с дегумификацией почв.
- 3.Причины, последствия и меры борьбы с чрезмерным уплотнением почв.
- 4.Причины, последствия и меры борьбы с водной и ветровой эрозией.
- 5.Причины, последствия и меры борьбы с агрогенным истощением почв.
- 6.Причины, последствия и меры борьбы с засолением почв.
- 7.Возможные негативные последствия применения азотных удобрений.
- 8.Возможные негативные последствия применения фосфорных удобрений.
- 9.Возможные негативные последствия применения калийных удобрений.
- 10.Возможные негативные последствия применения органических удобрений.

11. Возможные негативные последствия применения химических мелиорантов.
12. Особенности питания и удобрения яровой пшеницы.
13. Особенности питания и удобрения озимых зерновых культур.
14. Особенности питания и удобрения сахарной свеклы.
15. Особенности питания и удобрения картофеля.
16. Особенности питания и удобрения кукурузы.
17. Особенности питания и удобрения подсолнечника.
18. Особенности питания и удобрения зернобобовых культур.
19. Особенности развития, питания и удобрения многолетних трав.
20. Баланс гумуса в земледелии: методика расчета и современное состояние.
21. Особенности круговорота и оптимизация баланса азота в земледелии.
22. Особенности круговорота и оптимизация баланса фосфора в земледелии.
23. Особенности круговорота и оптимизация баланса калия в земледелии.
24. Особенности круговорота и оптимизация баланса серы в земледелии.
25. Особенности круговорота и оптимизация баланса кальция и магния в земледелии.

## 4 ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

### 4.1 ВОПРОСЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)

1. Автор определения «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным действием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых»:
2. Автор монографии «Русский чернозем»:
3. Год издания монографии «Русский чернозем»:
4. Биокосное природное тело, где одновременно содержатся газообразные, жидкие, твердые вещества и живые организмы, и обладающее плодородием:
5. Теория, согласно которой под плодородием почвы понимали способность ее обеспечивать растения перегноем:
6. По ГОСТ 27593-88 под термином плодородие почвы следует понимать:
7. Современный автор, утверждающий, что «плодородие почвы должно рассматриваться, как способность не только производить урожай растений, но и обеспечивать воспроизводство самой почвы как среды жизнеобеспечения»:
8. Категория плодородия, обусловленная свойствами природных почв, формирующимися в процессе их развития и эволюции под влиянием природных факторов почвообразования (по К. Марксу):
9. Категория плодородия, обусловленная разной оценкой участков почв в зависимости от их расположения, удаленности и удобства использования (по К. Марксу):
10. Согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, 2003» категория плодородия, сформировавшейся в результате взаимодействия природного почвообразовательного процесса и целенаправленной антропогенной деятельности (распахка целины, периодическая механическая обработка, мелиорация, применение удобрений, химикатов и т.п.):
11. Форма плодородия почвы, оцениваемая обменными запасами питательных веществ, необходимых для растений, а также агрофизическими, агрохимическими и другими агрономически важными свойствами почвы (согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, 2003»):

- 12.Справедливые утверждения об относительности плодородия почвы:
- 13.К важнейшим элементам (факторам) плодородия относятся:
- 14.При прочих равных условиях наиболее низкую поглотительную способность и буферность имеет почва:
- 15.Справедливые утверждения об органических веществах почвы:
- 16.Катион в составе ППК, которого часто называют «стражем плодородия почвы»:
- 17.Разрушению поглощающего комплекса почвы приводит насыщение ППК:
- 18.На сегодняшний день для растений абсолютно необходимыми считаются \_\_\_ химических элементов, в том числе \_\_\_ макроэлементов и \_\_\_ микроэлементов.
- 19.Абсолютно необходимые макроэлементы:
- 20.Абсолютно необходимые микроэлементы:
- 21.Установите соответствие между факторами, лимитирующими плодородие, и мелиоративными приемами их ликвидации или минимализации:
- 22.Интегральный показатель эффективного плодородия почв:
- 23.Комплексная оценка плодородия почв сельскохозяйственных земель проводится:
- 24.Комплексное почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель должно проводиться:
- 25.Направленное воздействие человека на почву при вовлечении их в сельскохозяйственное производство, конечной целью которого является создание в почве свойств, обеспечивающих высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур:
- 26.Постоянное слежение за изменением плодородия почв:
- 27.Сравнительная оценка почв как средства производства в сельском и лесном хозяйстве, выраженная в количественных показателях и основанная на учете свойств почвы и уровня урожайности:
- 28.Агрономически ценные агрегаты почвы могут образоваться:
- 29.Установите соответствие (Факторы, влияющие на минерализацию гумуса):
- 30.Потеря или сильное снижение плодородия почвы при повторном или с небольшим перерывом выращивании некоторых сельскохозяйственных культур:
- 31.Установите соответствие (Почвоутомляющие и самосовместимые культуры):
- 32.За всю историю цивилизации человечество безвозвратно потеряло когда-то плодородных земель:

33. В настоящее время в мире ежегодно теряют плодородие и выбывают из сельскохозяйственного оборота:
34. Повышение потенциального плодородия почв путем прогрессивного наращивания искусственного плодородия:
35. По данным ФАО в конце 20 века:
36. В историческом плане энергетические затраты на производство единицы растениеводческой продукции:
37. В настоящее время в мировом масштабе человечество за счет применения удобрений получает:
38. Переход недоступных питательных веществ почвы в доступное растениям состояние:
39. Возвращать и вовлекать в круговорот питательные вещества взамен изъятых из агроценозов с основной и побочной продукцией возможно:
40. В нашей стране максимальная насыщенность пашни минеральными удобрениями наблюдалась:
41. В начале 21-ого века в Республике Татарстан на каждый гектар пашни в среднем вносят минеральных удобрений:
42. В конце 20-ого века в некоторых странах максимальная насыщенность пашни минеральными удобрениями составила:
43. В начале 21-ого века доля минеральных удобрений, поставляемых сельскому хозяйству РФ, от общего количества производимых в стране удобрений составляет:
44. Основные причины загрязнения окружающей среды при использовании удобрений:
45. При прочих равных условиях разложение гумуса идет более интенсивно:
46. Справедливое утверждение о влиянии минеральных удобрений на гумусное состояние почв:
47. Заметное повышение гумуса происходит:
48. Длительное применение физиологически кислых минеральных удобрений на известкованных малобуферных дерново-подзолистых почвах:
49. Для предотвращения подкисления почв при применении минеральных удобрений необходимо:
50. Подкисляющее действие минеральных удобрений наиболее сильно проявляется на почвах:
51. Солонцевание черноземных почв возможно при длительном применении повышенных норм:
52. Причинами заметного увеличения содержания  $P_2O_5$  в почве являются:

53. За годы интенсивной химизации обеспеченность почв РТ подвижными формами фосфора:
54. Увеличение содержания водопрочных агрегатов почвы может наблюдаться:
55. Уменьшение количества водопрочных агрономически ценных почвенных агрегатов может наблюдаться:
56. При применении удобрений повышение биологической активности нечерноземных почв чаще наблюдается:
57. Критический период в питании растений характеризуется:
58. Зерновые культуры особенно чувствительны к недостатку фосфора в течение:
59. Припосевное внесение удобрений под зерновые культуры предназначается для обеспечения растений, в первую очередь:
60. Для обеспечения яровых зерновых культур доступными формами питательных элементов в критический период используется:
61. Лучший способ размещения удобрений в почве для тех удобрений, которые взаимодействуя с почвой становятся менее доступными для растений:
62. Лучший способ размещения удобрений в почве для тех удобрений, которые взаимодействуя с почвой становятся более доступными для растений:
63. Способ размещения удобрений, когда удобрения сначала равномерно разбрасываются по поверхности поля, а затем заделываются плугами, культиваторами, дисковыми:
64. Почвообрабатывающее орудие, которое позволяет заделывать 2/3 часть удобрений в 12-20 см слое почвы:
65. Справедливые утверждения об основном (допосевном) способе внесения удобрений под яровые зерновые культуры:
66. Ошибочные утверждения о припосевном удобрении зерновых культур:
67. Лучшее удобрение для припосевного внесения под ячмень среди имеющихся:
68. Справедливое утверждение о размещении припосевного удобрения относительно семян:
69. Припосевное удобрение особенно эффективно:
70. Зерновые культуры, на посевах которых наиболее часто используются некорневые подкормки:
71. Удобрение, которое чаще всего используется для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур:
72. Некорневые подкормки озимой пшеницы азотом с целью повышения клейковины необходимо проводить:

73. В запас вносят удобрения:
74. Удобрение, чаще всего используемое для запасного внесения:
75. Справедливые утверждения о корневой системе и требованиях озимой пшеницы к почве:
76. При недостатке азота у озимой пшеницы:
77. Избыточное азотное питание у озимой пшеницы:
78. Справедливое утверждение о фосфорном питании озимой пшеницы:
79. Ошибочное утверждение об обеспечении озимой пшеницы азотом, фосфором и калием в разные фазы развития растений:
80. Дозы допосевого удобрения озимой пшеницы обуславливаются:
81. При возделывании озимой пшеницы по черному пару:
82. Ошибочное утверждение о влиянии удобрений на зимостойкость озимой пшеницы:
83. Общие справедливые положения по внесению минеральных удобрений под озимую пшеницу:
84. Общеизвестным приемом в системе удобрения озимой пшеницы в различных районах нашей страны является:
85. Высокая эффективность ранней весенней подкормки озимых азотными удобрениями объясняется тем, что:
86. Ранняя весенняя подкормка озимой пшеницы может проводиться с помощью:
87. Дозы весенней азотной подкормки могут определяться на основе:
88. Справедливое утверждение о поздней летней подкормке озимой пшеницы:
89. Требования озимой ржи к почве:
90. Уравнения для расчета дозы азотной подкормки на посевах озимой пшеницы по данным растительной диагностики:
91. Яровая пшеница (требовательность к почве):
92. Справедливые утверждения об особенностях питания яровой пшеницы:
93. До фазы кущения на рост и развитие яровой пшеницы наибольшее негативное влияние оказывает:
94. В период от начала кущения до трубкования на рост и развитие яровой пшеницы наибольшее негативное влияние оказывает:
95. Географические особенности действия минеральных удобрений на яровую пшеницу:
96. Применение микроэлементов на посевах яровой пшеницы:
97. Сроки и способы внесения удобрений под яровую пшеницу:
98. Система удобрения твердой яровой пшеницы:

99. Установите соответствие (Сравнительная способность корневой системы ячменя, овса, яровой пшеницы, озимой ржи, гречихи извлекать питательные элементы из почвы):

100. Требования ярового ячменя к почве:

101. Отношение ячменя к известкованию почвы:

102. Допосевное внесение удобрений под ячмень:

103. Важнейшие показатели зерна ячменя на кормовые и пивоваренные цели:

104. Система удобрения пивоваренного ячменя должна быть направлена на повышение в зерне:

105. Корневая система и требования овса к почве:

106. Особенности системы применения удобрений под овес:

107. Корневая система проса:

108. Требования проса к почве:

109. Система удобрения проса:

110. Биологические причины низкой урожайности гречихи:

111. Справедливое утверждение о корневой системе гречихи:

112. Особенности потребления гречихой азота, фосфора и калия:

113. Отношение гречихи к реакции почвы и известкованию:

114. Действие отдельных видов удобрений на продуктивность гречихи:

115. Использование калийных удобрений на посевах гречихи:

116. Органические удобрения на посевах гречихи:

117. Особенности развития кукурузы:

118. Корневая система кукурузы:

119. Требования кукурузы к почве:

120. Ошибочное утверждение об особенностях азотного питания кукурузы:

121. Справедливые утверждения об особенностях фосфорного питания кукурузы:

122. Особенности питания кукурузы калием:

123. О внесении известковых удобрений под кукурузу:

124. Органические удобрения при возделывании кукурузы:

125. Применение на посевах кукурузы азотных удобрений:

126. Справедливые утверждения о послепосевном удобрении кукурузы:

127. Микроудобрения на посевах кукурузы:

128. Микроэлемент, на внесение которого кукуруза наиболее хорошо отзывается. При недостатке данного микроэлемента всходы кукурузы имеют светлую белесовато-зеленую окраску (белые ростки). У молодых растений между жилками образуются светлые желтоватые полосы, жилки при этом остаются зелеными. Рост растений замедлен,

междоузлия укорочены. По мере роста эти признаки сглаживаются, но початки образуются мелкие, плохо развитые:

129.Изменчивость содержания белка в семенах зерновых бобовых культур:

130.Установите соответствие (Группы зернобобовых культур по отношению к теплу):

131.Корневая система зерновых бобовых культур:

132.Главная особенность питания зерновых бобовых культур:

133.Потребность зернобобовых культур в элементах минерального питания:

134.Требования зернобобовых культур к почве:

135.Установите степень развития симбиоза по визуальным признакам клубеньков:

136.Отношение гороха и вики к известковым и органическим удобрениям:

137.Ошибочное утверждение о целесообразности внесения под горох минеральных азотных удобрений:

138.Фосфоритная мука на посевах гороха и люпина:

139.Предпосевная обработка семян бобовых культур бактериальными удобрениями (ризоторфин, нитрагин, ризобин):

140.Бактериальные удобрения (ризоторфин, нитрагин, ризобин), применяемые на посевах бобовых культур содержат:

141.Основные правила хранения и обработки семян ризоторфином:

142.Марки машин, используемых для инокуляции семян бобовых культур:

143.Послепосевное удобрение гороха:

144.Ошибочное утверждение об особенностях развития сои и потребления питательных элементов:

145.Продукты растениеводства могут содержать:

146.Наиболее правильное утверждение о питательных свойствах растениеводческой продукции:

147.Основной нормативный документ, устанавливающий показатели качества и безопасности и пищевой продукции:

148.Совокупность свойств, которые обуславливают способность пищевых продуктов удовлетворять физиологические потребности человека и обеспечивают безопасность пищевых продуктов для жизни и здоровья людей:

149.Соответствие пищевой продукции санитарным, гигиеническим, ветеринарным и фитосанитарным нормативам, соблюдение которых исключает опасное влияние на жизнь и здоровье людей нынешнего и будущего поколений:

150.Максимальная концентрация вещества в продукции, которая при постоянном воздействии в течение неограниченно продолжительного времени не вызывает отклонений в состоянии здоровья человека и животных:

151.Содержание белка в зерне пшеницы (влияние температуры и влажности на содержание белка в зерне пшеницы):

152.Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, оказывающим положительное влияние на качество урожая, является:

153.Негативные последствия неумелого применения удобрений:

154.Белковый сгусток, отделяющейся от крахмала муки в процессе замешивания теста, и обладающий эластичностью, упругостью, связностью, от которой зависит качество хлеба:

155.Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна пшеницы:

156.Ошибочное утверждение о влиянии удобрений на величину и качество зерна пшеницы:

157.При прочих равных условиях, содержание белка (%) в зерне ржи больше, выращенной в условиях (тип и подтип почвы):

158.Влияние удобрений на содержание белка в зерне ржи:

159.Требования к качеству зерна ячменя:

160.Содержание белка в зерне ячменя, выращиваемого для пивоваренных целей, должно быть не более \_\_\_\_ %.

161.Внесение азотных удобрений под кормовой ячмень приводит к:

162.Влияние избыточного азотного питания на качество пивоваренного ячменя:

163.Действие на качество пивоваренного ячменя фосфорных и калийных удобрений:

164.Влияние на качество зерна овса азотных удобрений:

165.Влияние удобрений на качество зерна проса:

166.Влияние удобрений и пестицидов на качество зерна гречихи:

167.Серосодержащие удобрения на посевах гороха:

168.Микроэлемент, оказывающий наибольшее положительное влияние на содержание белка в зерне гороха:

169.Зависимость содержания белка в зерне гороха от инокуляции семян ризоторфином:

170.Справедливые утверждения о биологическом круговороте веществ:

171.Математическое выражение круговорота питательных элементов в земледелии, народном хозяйстве и биосфере (определение С.Н. Юркина):

172.Баланс гумуса, питательных веществ может составляться для (поля, севооборота, хозяйства...):

173. Установите соответствие (оценка баланса питательных веществ в зависимости от соотношения между приходной и расходной частями баланса):

174. Сумма расходной и приходной частей баланса в расчете на всю площадь или на 1 га:

175. Удельный вес или долевое участие отдельных статей расхода и поступления баланса:

176. Баланс питательных элементов, где достаточно полно охватываются все статьи поступления питательных веществ, вовлекаемых в биологический круговорот, в том числе поступления с корневыми и пожнивными остатками:

177. Баланс питательных элементов, который базируется на учете выноса питательных веществ с основной и побочной продукцией и компенсации их за счет внесения минеральных и органических удобрений:

178. Баланс питательных элементов, учитывающий только отчуждение питательных веществ с товарной продукцией за пределы хозяйства и поступление их с минеральными удобрениями:

179. Установите соответствие (приходные и расходные статьи баланса азота):

180. Установите соответствие (приходные и расходные статьи баланса фосфора):

181. Установите соответствие (приходные и расходные статьи баланса калия):

182. Ошибочное утверждение о значении гумусовых веществ для плодородия почв:

183. Основные причины потерь гумуса почвами:

184. Изменение содержания гумуса в почвах РФ и РТ:

185. Нормы органических удобрений для бездефицитного баланса гумуса не зависят от:

186. Уравнение для расчета насыщенности севооборота органическими удобрениями для простого воспроизводства гумуса:

187. Особенности круговорота и баланса азота в земледелии:

188. Газообразные потери азота удобрений из почвы в результате жизнедеятельности определенной группы микроорганизмов:

189. При прочих равных условиях вымывание азота с фильтрующимися водами сильнее проявляется на посевах:

190. Справедливые утверждения о зависимости размеров вымывания азота с фильтрующимися водами:

191. Особенности круговорота и баланса фосфора в земледелии:

192. Справедливое утверждение о расходной части баланса фосфора в земледелии:
193. Особенности круговорота и баланса калия в земледелии:
194. Баланс питательных элементов в земледелии и прогнозирование плодородия почвы:
195. Баланс питательных элементов в земледелии необходим для:
196. Негативное изменение природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека:
197. Постепенное ухудшение качества почвы в результате изменений, разрушающих ее структуру, ведущих к появлению негативных химических свойств и утрате ее плодородия:
198. Потеря почвами главного носителя плодородия — гумуса в результате ускоренной его минерализации, подавления процессов гумификации, а также в результате водной и ветровой эрозии:
199. Явление, возникающее в естественных ландшафтах и агроценозах тогда, когда скорость впитывания влаги меньше скорости выпадения атмосферных осадков (или таяния снега) за единицу времени:
200. Основные причины, вызывающие водную эрозию почв:

## 4.2 ВОПРОСЫ УСТНОГО ЭКЗАМЕНА

1. Понятие о плодородии почв.
2. Почва – многокомпонентное природное биокосное тело.
3. Развитие представлений о почвенном плодородии.
4. Категории и формы плодородия.
5. Относительный характер плодородия почв.
6. Элементы плодородия и факторы, лимитирующие плодородие почв.
7. Требования культурных растений к плодородию почвы
8. Оценка и мониторинг плодородия почв.
9. Изменение плодородия почв в процессе их сельскохозяйственного использования.
10. Воспроизводство почвенного плодородия.
11. Принципы регулирования почвенного плодородия.
12. Воспроизводство почвенного плодородия.
13. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия.
14. Почвенное плодородие и продовольственная проблема.
15. Актуальные проблемы воспроизводства плодородия почв в условиях техногенеза.
16. Роль удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур.

17. Состояние применения удобрений в стране и мире.
18. Возможные негативные последствия применения органических и минеральных удобрений.
19. Влияние удобрений на содержание гумуса.
20. Влияние удобрений на ППК и кислотность почвы.
21. Влияние удобрений на содержание в почве основных питательных элементов.
22. Влияние удобрений на агрофизические свойства почвы.
23. Влияние удобрений на биологическую активность почвы.
24. Динамика потребления питательных элементов сельскохозяйственными культурами.
25. Способы, сроки внесения и размещения удобрений в почве, их эффективность в зависимости от почвенных, климатических организационно-экономических условий.
26. Особенности развития и питания озимой пшеницы.
27. Система удобрения озимой пшеницы.
28. Особенности развития и питания озимой ржи.
29. Система удобрения озимой ржи.
30. Особенности питания и удобрения тритикале.
31. Особенности развития и питания яровой пшеницы.
32. Географические особенности действия минеральных удобрений на яровую пшеницу.
33. Система удобрения яровой пшеницы.
34. Особенности удобрения твердой яровой пшеницы
35. Особенности питания и удобрения ярового ячменя.
36. Особенности развития, питания и удобрения овса.
37. Особенности питания и удобрения проса.
38. Особенности питания и удобрения гречихи.
39. Особенности питания и удобрения кукурузы.
40. Особенности развития и питания зернобобовых культур.
41. Особенности системы удобрения гороха и вики. Особенности питания и удобрения сои.
42. Понятие о качестве и безопасности растениеводческой продукции.
43. Изменчивость качества растениеводческой продукции.
44. Позитивное и негативное влияние удобрений на качество урожая.
45. Влияние удобрений на качество озимой и яровой пшеницы.
46. Влияние удобрений на качество озимой ржи.
47. Влияние удобрений на качество ячменя и овса.
48. Влияние удобрений на качество проса и гречихи.
49. Влияние удобрений на качество зернобобовых культур.
50. Влияние удобрений на качество картофеля и сахарной свеклы.

51. Понятие о круговороте веществ в природе и земледелии.
52. Баланс веществ и питательных элементов в земледелии.
53. Основные статьи баланса веществ и питательных элементов в земледелии.
54. Баланс гумуса в земледелии.
55. Роль гумуса в воспроизводстве плодородия почв и питании зерновых культур.
56. Динамика содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании почв.
57. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях.
58. Особенности круговорота и оптимизация баланса азота в земледелии.
59. Особенности круговорота и оптимизация баланса фосфора в земледелии.
60. Особенности круговорота и оптимизация баланса калия в земледелии.
61. Баланс - основной агрохимический показатель прогноза воспроизводства почвенного плодородия и эффективности применения удобрений.
62. Основные элементы ресурсосберегающих технологий.
63. Влияние ресурсосберегающих технологий на плодородие почвы.

**ИСПОЛЬЗОВАННАЯ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- 1.Агрохимия. Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Колос, 1989. – 639с.
- 2.Афендулов, К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лантухова. – М.: Колос, 1973. – 243 с.
- 3.Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова. 2 е изд. перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат., 1988. – 255 с.
- 4.Гилязов, М.Ю. Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по агрохимии для студентов агрономического факультета / М.Ю. Гилязов, А.С. Билалова. – Казань: Изд-во Казанского ГСХА, 1996. - 107 с.
- 5.Гилязов, М.Ю. Воспроизводство плодородия почв, особенности питания и удобрения зерновых культур: методические указания (для магистрантов агрономического факультета, обучающихся по направлению 110400.68 «агрономия»). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2012. - 31 с.
- 6.Гилязов, М.Ю. Система удобрения: Методические указания по расчету норм минеральных удобрений / М.Ю. Гилязов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. - 36 с.
- 7.Донских, И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений / И.Н. Донских. – М.: Колос, 2004 – 144 с.
- 8.Ефимов, Н.В. Система применения удобрений / Н.В. Ефимов и др. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
- 9.Зиганшин, А. А. Интенсивные технологии и программирование урожайности / А.А. Зиганшин. – Казань: Татарское кн. Изд-во, 1987. - 112 с.
- 10.Кидин, В.В. Практикум по агрохимии. Под ред. В.В. Кидина / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко, А.Н. Кулюкин. – М.: КолосС, 2008. - 599 с.
- 11.Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2010. - 687 с.
- 12.Кравченко, В.А. Методические указания и справочный материал для составления курсового проекта (работы) по системе применения удобрений в севооборотах / В.А. Кравченко. – Елец, 2007. - 40 с.
- 13.Ломако, Е.И. Рекомендации по расчету баланса гумуса в земледелии и потребности в органических удобрениях / Е.И. Ломако, Ш.А. Алиев. – Казань, 2002. - 55 с.
- 14.Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд. МГУ, 2004. - 720 с.

15. Научные основы и рекомендации по эффективному применению органических удобрений. Под ред. Милащенко Н.З. – М., 1991, - 216 с.

16. Петербургский, А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии / А.В. Петербургский. - М.: Наука, 1979. - 168 с.

17. Попов, П.Д. Органические удобрения. Справочник / П.Д. Попов и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.

18. Практикум по агрохимии. Под ред. В.Г. Минсеева. – М.: Изд. МГУ, 2001 – 689 с.

19. Рекомендации по составлению проектно-сметной документации на комплексное агрохимическое окультуривание полей. – Казань, 1983. – 102 с.

20. РД-АПК 1.10.15.02.-08 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета».

21. Смирнов, П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 447 с.

22. Юркин, С.Н. Баланс азота, фосфора и калия в условиях интенсификации земледелия / С.Н. Юркин. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1975. – 107 с.

23. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. - М.: Мир, 2003. - 584 с.

Примерное потребление (нормативный вынос) питательных элементов  
с урожаями основных сельскохозяйственных культур  
(по данным ряда авторов)

Культура	Основная продукция	Вынос с основной и побочной продукцией, кг/т		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Яровая пшеница	зерно	35	12	25
Озимая пшеница	зерно	30	13	25
Озимая рожь	зерно	25	12	26
Ячмень	зерно	25	11	22
Овес	зерно	33	14	29
Просо	зерно	33	10	34
Гречиха	зерно	30	11	40
Горох	зерно	22	16	20
Подсолнечник	семена	60	26	180
Рапс	семена	55	30	50
Картофель	клубни	5,0	2,0	8,0
Сахарная свекла	корнеплоды	5,9	1,8	7,5
Кормовая свекла	корнеплоды	4,9	1,5	6,7
Турнепс	корнеплоды	4,8	1,7	5,7
Кормовая морковь	корнеплоды	5,2	1,9	6,0
Столовая свекла	корнеплоды	3,2	1,6	5,0
Вика с овсом	сено	15	6,0	20
Клевер с тимофеевкой	сено	22	7,4	21
Эспарцет	сено	9,5	7,0	20
Сераделла	сено	15	9,0	22
Козлятник	сено	9,7	7,0	21
Клевер	сено	6,6	5,6	15
Люцерна	сено	9,5	7,0	22
Донник	сено	9,7	7,0	21
Тимофеевка, костер	сено	18	6,5	15
Суданская трава	сено	13	8,5	17
Подсолнечник	зелен. масса	3,0	1,0	4,5
Кукуруза	зелен. масса	3,6	1,0	3,8
Донник	зелен. масса	1,9	1,4	4,1
Вика с овсом	зелен. масса	5	1,2	4,5
Озимая рожь	зелен. масса	3	1,2	2,5
Рапс, редька масличн.	зелен. масса	4,5	1,5	5,0
Капуста белокочанная	кочаны	3,8	1,1	4,2
Томаты	плоды	3,5	1,2	5,0
Огурцы	плоды	3,6	1,6	4,5
Лук	луковицы	3,0	1,2	4,0
Плодовые и ягодные	плоды и ягоды	5,0	3,0	6,0

## Приложение 2

Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора  
для полевых культур

№ группы	Степень обеспеченности почвы	Содержание $P_2O_5$ (мг/кг) по методу		
		Кирсанова	Чирикова	Мачигина
1	очень низкая	<25	<20	<10
2	низкая	26-50	21-50	11-15
3	средняя	51-100	51-100	16-30
4	повышенная	101-150	101-150	31-45
5	высокая	151-250	151-200	46-50
6	очень высокая	>250	>200	>50

## Приложение 3

Группировка почв по содержанию подвижных форм калия  
для полевых культур

№ группы	Степень обеспеченности почвы	Содержание $K_2O$ (мг/кг) по методу		
		Кирсанова	Чирикова	Мачигина
1	очень низкая	<40	<20	<50
2	низкая	41-80	21-40	51-100
3	средняя	81-120	41-80	101-200
4	повышенная	121-170	81-120	201-300
5	высокая	171-250	121-180	301-400
6	очень высокая	>250	>180	>400

## Приложение 4

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм азота из почвы

Нечерноземные почвы		Черноземные почвы	
минеральный*	щелочно-гидролизуемый**	минеральный	щелочно-гидролизуемый
Яровые зерновые и однолетние травы			
0,45-0,65	0,20-0,35	0,35-0,55	0,20-0,35
Озимые зерновые, многолетние травы			
0,55-0,75	0,25-0,40	0,45-0,65	0,25-0,40
Пропашные			
0,65-0,95	0,30-0,50	0,55-0,75	0,30-0,50

Прим.: \* - рекомендации автора; \*\* - данные А.А. Зиганшина (1987).

## Приложение 5

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм фосфора из почвы (рекомендации автора)

Культуры	Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора				
	очень низкая и низкая	средняя	повышенная	высокая	очень высокая
Нечерноземные почвы*					
Яр. зерновые и однолетние трав.	0,07-0,11	0,06-0,08	0,05-0,07	0,03-0,05	0,025-0,04
Оз. зерновые, многолет. травы	0,09-0,14	0,07-0,10	0,06-0,09	0,04-0,06	0,03-0,05
Пропашные	0,13-0,20	0,10-0,15	0,08-0,13	0,06-0,09	0,05-0,07
Черноземные почвы**					
Яр. зерновые и однолетние трав.	0,07-0,12	0,06-0,10	0,05-0,08	0,04-0,06	0,03-0,04
Оз. зерновые, многолет. травы	0,10-0,15	0,08-0,12	0,07-0,10	0,05-0,07	0,04-0,05
Пропашные	0,15-0,22	0,12-0,18	0,10-0,14	0,07-0,11	0,05-0,08

Прим.: \*- определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Кирсанову;

\*\* - определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Чирикову.

## Приложение 6

Примерные коэффициенты использования растениями  
подвижных форм калия из почвы (рекомендации автора)

Культуры	Обеспеченность почвы подвижными формами калия				
	очень низкая и низкая	средняя	повышенная	высокая	очень высокая
Нечерноземные почвы*					
Яр. зерновые и однолет. травы	0,14-0,21	0,11-0,16	0,09-0,13	0,06-0,10	0,05-0,07
Оз. зерновые, многолет. травы	0,18-0,26	0,14-0,20	0,11-0,17	0,08-0,12	0,06-0,09
Пропашные	0,26-0,40	0,20-0,30	0,16-0,24	0,12-0,18	0,09-0,13
Черноземные почвы**					
Яр. зерновые и однолет. травы	0,18-0,27	0,14-0,20	0,11-0,16	0,07-0,11	0,06-0,08
Оз. зерновые, многолет. травы	0,23-0,34	0,17-0,26	0,14-0,20	0,09-0,14	0,07-0,11
Пропашные	0,34-0,50	0,25-0,37	0,19-0,29	0,14-0,20	0,10-0,15

Прим.: \*- определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Кирсанову;

\*\* - определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Чирикову

## Приложение 7

Примерные коэффициенты использования питательных элементов из удобрений\*

Годы действия	Коэффициенты использования		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Минеральные удобрения			
За ротацию	0,65-0,80	0,30-0,60	0,65-1,00
в т. ч за 1-ый год	0,50-0,70	0,10-0,30	0,50-0,70
за 2-ой год	0,03-0,05	0,10-0,15	0,10-0,15
за 3-ый год	0,02-0,03	0,05-0,10	0,05-0,10
Органические удобрения			
За ротацию	0,50-0,75	0,50-0,65	0,65-0,85
в т. ч за 1-ый год	0,20-0,30	0,30-0,40	0,45-0,60
за 2-ой год	0,15-0,20	0,10-0,15	0,15-0,20
за 3-ый год	0,10-0,15	0,05-0,10	0,05-0,10

Прим.: \*- по данным ряда авторов [1, 8, 12, 21, 23].