

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ  
В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

**Методические указания для выполнения курсового проекта  
на тему: «Проектирование системы удобрения в севообороте»**

для магистров сельского хозяйства по направлению подготовки  
35.04.04 Агрономия, программа «Агрохимические основы управления  
питанием растений и плодородием почвы»



Ставрополь, 2025

**Ответственный за выпуск**

Доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Ю.И. Гречишкина

Проектирование системы удобрения в севообороте: методические указания по выполнению курсового проекта / авт.- сост. Ю.И. Гречишкина, С.А. Коростылёв, О.Ю. Лобанкова, Е.А. Устищенко.

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией агрономического факультета. протокол № 1 от 28 августа 2024 г.).

Рецензент: В.С. Цховребов, доктор с.-х. наук, профессор

Методические указания подготовлены в соответствии с программой дисциплины «Технологии применения удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии» для магистров сельского хозяйства по направлению подготовки 35.04.04 —Агрономия, программа «Агрохимические основы управления питанием растений и плодородия почвы». В методических указаниях даны рекомендации по выполнению курсового проекта по технологиям возделывания полевых культур с учетом основных принципов ресурсосбережения

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Структура, содержание и оформление курсового проекта.....  | 4  |
| Методические указания по выполнению курсового проекта..... | 5  |
| Приложения.....                                            | 17 |

## **Структура, содержание и оформление курсового проекта**

### **Введение**

1. Общая характеристика условий хозяйства
2. Агрохимическая характеристика почвы хозяйства
3. Расчет норм удобрений под планируемый урожай
4. Система применения удобрений в севообороте
5. Определение годовой потребности в удобрениях

### **Список использованной литературы**

Программа Word, шрифт 14. Страницы нумеруются вверху посередине, начиная с 3-й (титульный лист и содержание работы). Оформление титульного листа приведено в приложении 1. Заголовки отделяются от текста. Оставляются поля: слева – 30, сверху – 25, внизу – 20, справа – 15 мм. На странице должно быть размещено 28-30 строк. Содержание работы приводится на 2-й странице с указанием в правой стороне цифры, обозначающей начальную страницу раздела.

Все таблицы в тексте должны иметь порядковые номера и название, как изложено в «Методических указаниях». В конце работы приводится список использованной литературы в алфавитном порядке в соответствии с требованиями ГОСТа. В списке использованной литературы указывают фамилии и инициалы автора, полное название статьи или книги; а также издательство, город, год издания и количество страниц. Если приводится статья из периодического журнала, то дается его название, номер выпуска, год издания и нумерация страниц. Выполняется работа по данным своего хозяйства или по заданию преподавателя. Список литературы оформляется по ГОСТу Р 7.0.100–2018 (по объему занимает 2-3 страниц).

## **ВВЕДЕНИЕ**

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

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ХОЗЯЙСТВА

*Структура земельных угодий.* Данные по удельному весу типов земельных угодий приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Состав и структура земельных угодий в \_\_\_\_\_ на 20... год

| Показатели                | Площадь |   |
|---------------------------|---------|---|
|                           | га      | % |
| Общая земельная площадь   |         |   |
| в т.ч. с.-х. угодий       |         |   |
| из них: - пашня           |         |   |
| - сенокосы                |         |   |
| - пастбища                |         |   |
| - многолетние насаждения  |         |   |
| Посевная площадь          |         |   |
| в т.ч. - зерновые         |         |   |
| - технические             |         |   |
| - картофель, овощи, бахчи |         |   |
| - кормовые                |         |   |
| - пары                    |         |   |

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

Таблица 2

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

| Показатели      | Месяцы |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     | Сум<br>ма |
|-----------------|--------|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|-----------|
|                 | I      | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |           |
| Осадки, мм      |        |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |           |
| Температура, °С |        |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |           |
| ГТК             | х      | х  | х   |    |   |    |     |      | х  | х | х  | х   |           |

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

## 2. АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЫ ХОЗЯЙСТВА

Здесь необходимо показать значение и периодичность проведения агрохимического обследования почв хозяйства на содержание основных элементов питания. Назвать тип (подтип) почвы, гранулометрический состав. Раскрыть динамику агрохимических свойств почвы, урожайности полевых культур и качества продукции за период между двумя последними турами обследования, ассортимент применяемых удобрений на примере хозяйства, обозначить перспективные виды и формы удобрений.

Данные почвенного обследования из агрохимических паспортов (картограмм) переносятся в таблицу 4.

Таблица 4

Агрохимическая характеристика почвы в полях севооборота  
(пахотный слой)

| № по<br>ля                          | рН солевой<br>вытяжки | Содержание<br>гумуса, % | Содержание<br>Na,<br>мг·экв/100 г<br>почвы | Содержание, мг/кг |                               |                  | Запас, кг/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                                   |                       |                         |                                            |                   |                               |                  |              |                               |                  |
| 2                                   |                       |                         |                                            |                   |                               |                  |              |                               |                  |
| 3                                   |                       |                         |                                            |                   |                               |                  |              |                               |                  |
| 4                                   |                       |                         |                                            |                   |                               |                  |              |                               |                  |
| 5                                   |                       |                         |                                            |                   |                               |                  |              |                               |                  |
| и т.д. по числу полей в севообороте |                       |                         |                                            |                   |                               |                  |              |                               |                  |

Руководствуясь данными таблицы 4 и группировками почвы по содержанию питательных веществ, делается вывод об обеспеченности культур севооборота каждым элементом питания.

При отсутствии данных по содержанию минерального азота, доступные формы рассчитываются по гумусу. В среднем масса пахотного слоя (0-25 см) черноземных и каштановых почв составляет 2600 т. В соответствии с содержанием гумуса по пропорции находим массу гумуса. Например, при содержании гумуса 3,0 % его масса в пахотном слое составит 78 т/га. В гумусе содержится 5 % N, следовательно, его общее количество составит 3,9 т. Гидролизуются минимум 4 % азота, в результате, доступных его форм в

нашем примере будет 156 кг  $(3,9 \cdot 4) : 100$ .

Запас питательных веществ рассчитывается по формуле:

$$\underline{\mathbf{Z}} = \frac{\mathbf{Q \cdot h \cdot M}}{\mathbf{10}}$$

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

$\mathbf{Q}$  - содержание элемента питания в почве (мг/кг);

$\mathbf{h}$  - глубина обсчитываемого слоя почвы (см);

$\mathbf{M}$  - объемная масса почвы (г/см<sup>3</sup>).

### 3. РАСЧЕТ НОРМ УДОБРЕНИЙ ПОД ПЛАНИРУЕМЫЙ УРОЖАЙ

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

Применительно к зональным особенностям рассматриваются связи системы удобрения с технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Раскрывается роль системы удобрения в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на основе материалов хозяйства.

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

Вынос питательных веществ рассчитывается на основе коэффициентов выноса определяющих потребность азота и зольных элементов для формирования 1 ц товарной и побочной продукции (приложение 3) и приводится в форме таблицы 6.

Таблица 6

**Вынос элементов питания планируемым урожаем  
сельскохозяйственных культур**

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

Вынос в среднем с 1 га севооборота (кг) исчисляется делением суммы элемента на число полей севооборота. Делается вывод о необходимости внесения видов удобрений.

**Расчет норм удобрений под планируемый урожай.** Определение оптимальных норм удобрений под запланированную урожайность является сложным вопросом современной агрохимической науки и практики. Все методы определения норм удобрений (а их около 60) сводятся в три группы: по непосредственным результатам полевых опытов, расчетно-балансовые методы, математические методы с применением ЭВМ.

В основу всех расчетных методов положены данные по выносу питательных веществ урожаями и коэффициенты использования элементов питания из почвы и удобрений, а также данные по окупаемости удобрений урожаем.

Приведенные сведения по нормам удобрений в настоящее время нуждающиеся в уточнении расчетными методами, исходя из почвенного плодородия, уровня планируемой урожайности и финансовых возможностей хозяйства. Получение программируемой урожайности достигается на основе удовлетворения главных сельскохозяйственных культур в элементах питания

по выносу планируемым урожаем за счет использования почвенных запасов и применения удобрений. В связи с выше изложенными методическими подходами расчет норм удобрений под планируемый урожай проводится по формуле, предложенной В.В. Агеевым:

$$N_{y \text{ (фосфора)}} = (B_{y \text{ (фосфора)}} - B_{y \text{ (фосфора)}} \cdot K_n \text{ (фосфора)}) : K_{iy \text{ (фосфора)}} \cdot 100,$$

$$N_{y \text{ (калия)}} = (B_{y \text{ (калия)}} - B_{y \text{ (калия)}} \cdot K_n \text{ (калия)}) : K_{iy \text{ (калия)}} \cdot 100$$

где  $N_y$  - норма  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , кг/га;

$B_y$  - вынос  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  с планируемым урожаем, кг/га;

$K_n$  - коэффициент использования  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  из почвы от выноса с урожаем (приложение 7, 8);

$K_{iy}$  - коэффициент использования питательных веществ из удобрений, % (приложение 4).

Нормы  $N$  удобрений рассчитываются по преобразованной формуле:

$$N_{y \text{ (азота)}} = (B_{y \text{ (азота)}} - (B_{y \text{ (фосфора)}} \cdot K_n \text{ (фосфора)} \cdot K) : K_{iy \text{ (азота)}} \cdot 100,$$

где  $K$  - вынос  $N$  с планируемым урожаем : вынос  $P_2O_5$  с планируемым урожаем.

#### **4. СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ**

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

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

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

При разработке системы удобрения по возможности необходимо использовать все способы внесения. При этом основное удобрение, как правило, планируется один - два раза в звене севооборота под ведущую культуру. Другие культуры звена обеспечиваются за счет припосевного и подкормочного удобрения. Название удобрений в системе приводится в виде агрохимических символов (приложение 8). Кроме того, в проектируемой системе рекомендуются под отдельные культуры микроудобрения и мелиоранты. Разработанная система удобрения приводится в виде таблицы 7.

Для корректировки доз удобрений и удовлетворения растений в

питательных веществ учитывать:

- периодичность питания каждой культуры севооборота и обеспечение ее элементами в это время т.е. рассматривая способы удобрения как приемы регулирования питания растений;
- сколько и в какие сроки потребляют растения питательные вещества;
- влияние предшественника на плодородие почвы и последствие удобрений, внесенных под него;
- принятую технологию выращивания с.-х. культур;
- количество и распределение осадков по периодам вегетации растений.

Таблица 7

Рекомендуемая система удобрений в севообороте

| №<br>по<br>ля         | Чередование<br>культур<br>в севообороте | Способы удобрения                             |                  |                                            |                                               |                  |
|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|
|                       |                                         | допосевное                                    |                  | припосевное                                | подкормки                                     |                  |
|                       |                                         | название<br>удобрения,<br>доза,<br>кг/га д.в. | срок<br>внесения | название<br>удобрения,<br>доза, кг/га д.в. | название<br>удобрения,<br>доза,<br>кг/га д.в. | срок<br>внесения |
| 1                     | Пар черный                              |                                               |                  |                                            |                                               |                  |
| 2                     | Озимая пшеница                          |                                               |                  |                                            |                                               |                  |
| 3                     | Сахарная свекла                         |                                               |                  |                                            |                                               |                  |
| и т.д. по числу полей |                                         |                                               |                  |                                            |                                               |                  |

Возможно планирование основного удобрения один раз в звене севооборота под ведущую культуру, другие культуры звена обеспечиваются за счет последствия, припосевного удобрения и подкормок.

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В УДОБРЕНИЯХ

Общая потребность в химических мелиорантах, органических и минеральных удобрениях определяется из рекомендуемой системы удобрения в севообороте. Минеральные удобрения из действующего вещества (д.в.) пересчитываются в туки и по каждому виду (форме) проставляются в соответствующие графы таблицы 10 с учетом севооборотной площади.

Таблица 10

Календарный план потребности в удобрениях (тонн)

| №<br>п/п                   | Удобрения                                                                                | Квартал года |    |     |    |        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|-----|----|--------|
|                            |                                                                                          | I            | II | III | IV | за год |
| 1.<br>2.<br>3.             | Навоз<br>Навозная жижа<br>Фосфогипс                                                      |              |    |     |    |        |
| 1.<br>2.<br>3.<br>4.       | Азотные:<br>Аммиачная селитра<br>Мочевина<br>Сернокислый аммоний<br>КАС                  |              |    |     |    |        |
| 1                          | Фосфорные:<br>Суперфосфат простой                                                        |              |    |     |    |        |
| 1.<br>2.<br>3.<br>4.<br>5. | Комплексные удобрения:<br>Аммофос<br>Нитроаммофос<br>Нитроаммофоска<br>Нитрофоска<br>ЖКУ |              |    |     |    |        |

*Пример.* Под озимую пшеницу было внесено простого суперфосфата с содержанием  $P_2O_5$  19,5 % 100 кг д. в. Для пересчета в туки производится следующий расчет: в 1 ц суперфосфата содержится 19,5 кг  $P_2O_5$ , а в X ц суперфосфата содержится 100 кг  $P_2O_5$ , следовательно

$$X = \frac{100 \cdot 1}{19,5} = 5 \text{ (ц)}$$

С учетом площади поля 100 га, потребность в суперфосфате при посеве в III квартале составит 50 т. Потребность в бактериальных удобрениях указывается в гектаропорциях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на Юге России / В.В. Агеев, А.П. Чернов, А.П. Куйдан. – СтГСХА, 1999. – 113 с.
2. Агеев, В.В. Системы удобрений в севооборотах Юга России / В.В. Агеев, А.И. Подколзин. – Ставрополь.: СГСХА, 2001. – 352 с.
3. Агеев, В.В. Биологизация систем удобрения – путь гармонизации экологии в севообороте / В.В. Агеев, А.Н. Есаулко. – Москва, 2002. – 146 с.
4. Азаров, В.Б. Влияние типов севооборотов, способов основной обработки почвы и уровней удобренности на содержание минерального азота в черноземе типичном / В.Б.Азаров // Агрохимия. – 2003. – № 3. – С. 15-17.
5. Артюшин, А.М. Плодородие почвы и производство зерна / А.М. Артюшин // Агрохимический вестник. – 1999. – № 2. – С. 17-20.
6. Бельтюков, Л.П. Сорт, технология, урожай / Л.П. Бельтюков. – Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2002. – 176 с.
7. Власенко, А.Н. Минимизация обработки почв и минерализация соединений азота / А.Н. Власенко // Почвоведение. – 2001. – № 9. – С. 111-117.
8. Гамзиков, В.П. Влияние предшествующей удобренности почвы на баланс азота вновь внесенных удобрений / В.П. Гамзиков // Агрохимия. - 2001. – № 7. – С 13-22.
9. Дедов, А.В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия чернозема / А.В.Дедов // Земледелие. – 2002. – № 2. – С. 10-11.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416.
11. Есаулко, А.Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах. – Ставрополь : АГРУС, 2006.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **1. Оформление титульного листа**

**ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный  
университет**

Кафедра агрохимии и физиологии растений

# **Курсовой проект**

**На тему: «Проектирование технологии применения удобрений в  
условиях КФХ «Хапков В.А.» Белоглинского района Краснодарского  
края»**

**Выполнил:** студент 1 курса 1 группы  
факультета агробиологии и земельных  
ресурсов очной формы обучения  
направления подготовки 35.04.04  
Агрономия, программа «Агрохимические  
основы управления питанием растений и  
плодородия почвы»

Хапков Денис Васильевич

**Проверил:** доцент Коростылёв С.А.

**Ставрополь 2023**

## 2. Примерное содержание питательных веществ в органических удобрениях, %

| Удобрения                         | N        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|-----------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| 1. Полуперепревший навоз          | 0,5      | 0,25                          | 0,6              |
| 2. Навозная жижа                  | 0,25-0,3 | 0,03-0,1                      | 0,4-0,5          |
| 3. Птичий помет: кур              | 0,7-1,9  | 1,5-2,0                       | 0,8-1,0          |
| уток                              | 0,8      | 1,5                           | 0,4              |
| гусей                             | 0,6      | 0,5                           | 1,1              |
| 4. Торф низинный                  | 2,3-3,3  | 0,1-0,5                       | 0,15             |
| 5. Зеленая масса гороха (сидерат) | 0,65     | 0,15                          | 0,52             |
| 6. Солома озимой пшеницы          | 0,45     | 0,2                           | 0,9              |
| 7. Солома ячменя                  | 0,5      | 0,2                           | 1,0              |
| 8. Солома овса                    | 0,65     | 0,35                          | 1,6              |
| 9. Солома проса                   | 0,4      | 0,18                          | 1,59             |
| 10. Солома гречихи                | 0,8      | 0,61                          | 2,42             |
| 11. Солома кукурузы               | 0,75     | 0,3                           | 1,64             |
| 12. Солома гороха                 | 1,4      | 0,35                          | 0,5              |
| 13. Стебли подсолнечника          | 0,77     | 0,28                          | 1,38             |
| 14. Ботва сахарной свёклы         | 0,35     | 0,1                           | 0,4              |

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

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

**4. Средние коэффициенты использования питательных веществ  
растениями из удобрений (Киу), %**

| Год<br>действия           | Органических |                               |                  | Минеральных |                               |                  |
|---------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|-------------|-------------------------------|------------------|
|                           | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1-й год                   | 20-25        | 25-30                         | 50-60            | 60-70       | 15-20                         | 50-60            |
| 2-й год                   | 20           | 10-15                         | 10-15            | -           | 10-15                         | 10-20            |
| 3-й год                   | 10           | 5                             | -                | -           | 5                             | -                |
| За ротацию<br>севооборота | 50-55        | 40-50                         | 60-75            | 60-70       | 30-40                         | 65-80            |

**5. Средние коэффициенты использования питательных веществ  
сельскохозяйственными культурами из почвы, %**

| Культура                              | Черноземные почвы |                               |                  | Каштановые почвы |                               |                  |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
|                                       | N                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Зерновые, однолетние и<br>многолетние | 50                | 40                            | 5                | 50               | 40                            | 5                |
| Кукуруза на силос                     | 50                | 30                            | 7                | 50               | 30                            | 7                |
| Кукуруза на зерно                     | 50                | 45                            | 10               | 50               | 45                            | 10               |
| Подсолнечник                          | 50                | 50                            | 20               | 50               | 50                            | 15               |
| Однолетние бобовые                    | 50                | 35                            | 5                | 50               | 35                            | 5                |

## 6. Коэффициенты использования элементов питания из почвы

### с программируемым урожаем ( $K_n$ )

| Содержание $P_2O_5$ в<br>почве, мг/кг | $K_n$ фосфора | Содержание $K_2O$ в<br>почве, мг/кг | $K_n$ калия |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------|-------------|
| 1                                     | 2             | 3                                   | 4           |
| <10,0                                 | 0,3           | <100                                | 0,5         |
| 10,5                                  | 0,31          | 105                                 | 0,51        |
| 11,0                                  | 0,32          | 110                                 | 0,52        |
| 11,5                                  | 0,33          | 115                                 | 0,53        |
| 12,0                                  | 0,34          | 120                                 | 0,54        |
| 12,5                                  | 0,35          | 125                                 | 0,55        |
| 13,0                                  | 0,36          | 130                                 | 0,56        |
| 13,5                                  | 0,37          | 135                                 | 0,57        |
| 14,0                                  | 0,38          | 140                                 | 0,58        |
| 14,5                                  | 0,39          | 145                                 | 0,59        |
| 15,0                                  | 0,40          | 150                                 | 0,6         |
| 15,5                                  | 0,41          | 155                                 | 0,61        |
| 16,0                                  | 0,42          | 160                                 | 0,62        |
| 16,5                                  | 0,43          | 165                                 | 0,63        |
| 17,0                                  | 0,44          | 170                                 | 0,64        |
| 17,5                                  | 0,45          | 175                                 | 0,65        |
| 18,0                                  | 0,46          | 180                                 | 0,66        |
| 18,5                                  | 0,47          | 185                                 | 0,67        |
| 19,0                                  | 0,48          | 190                                 | 0,68        |
| 19,5                                  | 0,49          | 195                                 | 0,68        |
| 20,0                                  | 0,50          | 200                                 | 0,7         |
| 20,5                                  | 0,51          | 205                                 | 0,71        |
| 21,0                                  | 0,52          | 210                                 | 0,72        |
| 21,5                                  | 0,53          | 215                                 | 0,73        |
| 22,0                                  | 0,54          | 220                                 | 0,74        |
| 22,5                                  | 0,55          | 225                                 | 0,75        |
| 23,0                                  | 0,56          | 230                                 | 0,76        |
| 23,5                                  | 0,57          | 235                                 | 0,77        |
| 24,0                                  | 0,58          | 240                                 | 0,78        |
| 24,5                                  | 0,59          | 245                                 | 0,79        |
| 25,0                                  | 0,60          | 250                                 | 0,8         |
| 25,5                                  | 0,61          | 255                                 | 0,81        |
| 26,0                                  | 0,62          | 260                                 | 0,82        |
| 26,5                                  | 0,63          | 265                                 | 0,83        |
| 27,0                                  | 0,64          | 270                                 | 0,84        |
| 27,5                                  | 0,65          | 275                                 | 0,85        |
| 28,0                                  | 0,66          | 280                                 | 0,86        |
| 28,5                                  | 0,67          | 285                                 | 0,87        |
| 29,0                                  | 0,68          | 290                                 | 0,88        |
| 29,5                                  | 0,69          | 295                                 | 0,89        |
| 30,0                                  | 0,70          | 300                                 | 0,90        |
| 30,5                                  | 0,71          | 305                                 | 0,91        |
| 31,0                                  | 0,72          | 310                                 | 0,92        |

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 31,5 | 0,73 | 315  | 0,93 |
| 32,0 | 0,74 | 320  | 0,94 |
| 32,5 | 0,75 | 325  | 0,95 |
| 33,0 | 0,76 | 330  | 0,96 |
| 33,5 | 0,77 | 335  | 0,97 |
| 34,0 | 0,78 | 340  | 0,98 |
| 34,5 | 0,79 | 345  | 0,99 |
| 35,0 | 0,80 | >350 | 1,0  |
| 35,5 | 0,81 |      |      |
| 36,0 | 0,82 |      |      |
| 36,5 | 0,83 |      |      |
| 37,0 | 0,84 |      |      |
| 37,5 | 0,85 |      |      |
| 38,0 | 0,86 |      |      |
| 38,5 | 0,87 |      |      |
| 39,0 | 0,88 |      |      |
| 39,5 | 0,89 |      |      |
| 40,0 | 0,90 |      |      |
| 40,5 | 0,91 |      |      |
| 41,0 | 0,92 |      |      |
| 41,5 | 0,93 |      |      |
| 42,0 | 0,94 |      |      |
| 42,5 | 0,95 |      |      |
| 43,0 | 0,96 |      |      |
| 43,5 | 0,97 |      |      |
| 44,0 | 0,98 |      |      |
| 44,5 | 0,99 |      |      |
| >45  | 1,00 |      |      |

## 7. Физические и химические свойства минеральных удобрений

| Название удобрения               | Агрохимический символ | Содержание действующего вещества, %                               | Объем 1 тонны, м <sup>3</sup> | Допустимая высота укладки, м |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Аммиачная селитра             | Наа                   | 34,6                                                              | 1,22                          | 1,5                          |
| 2. Сульфат аммония               | На                    | 21                                                                | 1,12                          | 2,5                          |
| 3. Мочевина                      | Нм                    | 46                                                                | 1,55                          | 1,5                          |
| 4. Хлористый калий               | Кх                    | 56-60                                                             | 1,05                          | 2,5                          |
| 5. Сульфат калия                 | Кс                    | 45-48                                                             | 0,81                          | 2,0                          |
| 6. Калийная соль                 | Ккс                   | 40                                                                | 0,91                          | 2,5                          |
| 7. Аммофос                       | АФ                    | N-12 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -52                            | 1,1                           | 1,7                          |
| 8. Диаммофос                     | ДАФ                   | N-19 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -49                            | 1,15                          | 1,7                          |
| 9. Нитрофос                      | НФ                    | N-23 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -17                            | 1,1                           | 1,7                          |
| 10. Нитрофоска                   | НФК                   | N12-13 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -9-11 K <sub>2</sub> O-13-14 | 1,25                          | 1,7                          |
| 11. Нитроаммофос                 | НАФ                   | N-23 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -23                            | 1,24                          | 1,7                          |
| 12. Сульфоаммофос                | САФ                   | N-20 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -20                            | 1,24                          | 1,7                          |
| 13. Нитроаммофоска               | НАФК                  | N-17 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -17 K <sub>2</sub> O – 17      | 1,2                           | 1,7                          |
| 14. Жидкие комплексные удобрения | ЖКУ                   | N -10 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -34                           | 1,24                          | *                            |
| 15. Карбамидо-аммиачная смесь    | КАС                   | N - 32                                                            | 1,30                          | *                            |