

ФГБОУ ВО  
«Ставропольский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и физиологии растений

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АГРОХИМИЯ**

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине Экологическая агрохимия для обучающихся по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование на тему:  
**«Системы удобрения в севооборотах хозяйства и расширенное воспроизводство плодородия почвы в агроландшафтах»**

Ставрополь, 2019

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине Экологическая агрохимия для обучающихся по направлению 05.03.06 - Экология и природопользование на тему: «Системы удобрения в севооборотах хозяйства и расширенное воспроизводство плодородия почвы в агроландшафтах» рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета агробиологии и земельных ресурсов (протокол № от 5 от 23 января 2019 г.).

Рецензенты:

Власова О.И., доктор с.-х. наук, доцент

А.С. Голубь, кандидат с.-х. наук, доцент

Составители:

Лобанкова О.Ю. – к.б.н, доцент

Агеев В.А. – д.с.-х.н., профессор

Есаулко А.Н. – д.с.-х.н., профессор

Голосной Е.В. – к.с.-х.н., доцент

Гречишкина Ю.И. – к.с.-х.н., доцент

Коростылев С.А. – к.с.-х.н., доцент

Беловолова А.А. – к.с.-х.н., доцент

Устименко Е.А. – к.с.-х.н., доцент

Громова Н.В. – ст.преподаватель

Ожередова А.Ю. – ст.преподаватель

Кравченко А.О. – ассистент

Сигида М.С. – к.с.-х.н., доцент

**Экологическая агрохимия** : Методические указания по выполнению курсовой работы / Сост. О.Ю. Лобанкова, В.В. Агеев, А.Н. Есаулко, Е.В. Голосной, Ю.И. Гречишкина., С.А. Коростылев, А.А. Беловолова, Е.А. Устименко, Н.В. Громова, А.Ю. Ожередова, А.О. Кравченко, М.С. Сигида – Ставрополь, 2019. - 38 с.

Методические указания составлены на основе ФГОС и учебного плана по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование. Предназначены для бакалавриата всех форм обучения.

## ОБЩИЕ ПОЯСНЕНИЯ

Курсовая работа на тему: «Системы удобрения в севооборотах хозяйства и расширенное воспроизводство плодородия почвы в агроландшафтах» является завершающей частью и самостоятельно выполняемым студентом разделом дисциплины Экологическая агрохимия.

Цель курсовой работы - овладение методикой разработки системы удобрения севооборота в эколого-ландшафтных условиях конкретного хозяйства, направленной на сохранение и повышение плодородия почв с учётом почвенно-климатических условий, биологических особенностей культур, состава и свойств удобрений и рационального применения агрохимикатов, а также закрепление, углубление и совершенствование знаний и профессиональных умений в области экологической агрохимии, формирование навыков самостоятельной учебной и научно-исследовательской работы, развитие навыков работы с литературой (подбор, описание, анализ литературных источников).

Задачами курсовой работы являются:

- разработка перспективной, агрономически, экономически и экологически обоснованной системы удобрения севооборота;
- составление годового плана применения удобрений;
- расчёт баланса питательных веществ и гумуса;
- расчёт энергетической эффективности применения удобрений.

Курсовую работу студент выполняет по индивидуальному заданию или разрабатывает систему удобрения для одного из севооборотов своего хозяйства.

Курсовая работа оформляется и выполняется согласно плана в соответствии с данными методическими указаниями.

### **Требования к оформлению курсовой работы**

Курсовая работа оформляется в соответствии с общими правилами оформления научно-исследовательских работ и должна содержать:

- титульный лист;

- оглавление;
- введение;
- основную часть;
- заключение с указанием основных результатов работы и рекомендациями по их реализации;
- список использованной литературы и нормативных материалов;
- приложения.

Курсовая работа оформляется на листах формата А4 (210×297), текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала. Параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, начертание – обычный, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста - авто (черный). Параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки – 1,25 см, межстрочный интервал – полуторный. Поля страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм.

На титульном листе указывается название образовательного учреждения, название кафедры, тема, номер группы, курс и форма обучения, Фамилия Имя Отчество автора, Фамилия Имя Отчество руководителя (проверяющего), место и год выполнения работы.

Каждую структурную часть (главу) необходимо начинать со следующей страницы (Вставка / Страницы / Разрыв страницы).

Страницы нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Порядковый номер ставят внизу страницы, справа. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но на титульном листе и на странице «Содержание» номер страницы не указывается, нумерация указывается с цифры 3 (с третьей страницы).

Разделы, подразделы, пункты, подпункты текста нумеруют арабскими цифрами. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах излагаемого материала и обозначаться арабскими цифрами. Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. Пункты нумеруют в пределах

каждого подраздела. Номер пункта состоит из порядкового номера раздела, подраздела, пункта, разделённых точками. Подпункты нумеруют в пределах каждого пункта.

Заголовки (заголовки 1 уровня) каждой структурной части (например, содержание, введение и т. д.) и заголовки разделов основной части следует располагать в середине строки и печатать прописными буквами без подчеркивания и без точки в конце. Заголовки подразделов, пунктов и подпунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать строчными буквами, кроме первой. Точка в конце заголовка не ставится.

Иллюстрации (рисунки, схемы, графики) и таблицы, которые размещаются на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц. Иллюстрации следует размещать непосредственно после первого упоминания о них в тексте или на следующей странице. Таблица располагается непосредственно после текста, в котором она упоминается в первый раз или на следующей странице. Таблицы нумеруют арабскими цифрами по порядку.

Примечания помещают в тексте при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации. Пояснения к отдельным данным, приведенным в тексте или таблицах, допускается оформлять сносками. Формулы и уравнения располагают непосредственно после их упоминания в тексте, посередине страницы.

Ссылки на источники следует указывать в квадратных скобках, например: [1–3], где 1–3 это порядковые номера источников, указанных в списке источников информации. Список источников информации можно размещать в порядке появления источника в тексте, в алфавитном порядке фамилий авторов или заголовков, в хронологическом порядке.

Выполнение курсовой работы контролируется преподавателем согласно графику, утверждённому на кафедре в соответствии с планом лабораторно-практических занятий. В целях контроля за ходом курсового проектирования, руководитель курсовой работы составляет график выполнения работы и доводит его до сведения

обучающихся при выдаче задания. В сроки, указанные в графике, преподаватель проверяет правильность выполнения отдельных разделов и соблюдение графика их выполнения. Когда курсовая работа выполнена полностью, преподаватель допускает обучающегося к ее защите.

После проверки работа защищается и оценивается в баллах. При оценке учитываются знания студента; полнота материала, осведомленность обучающегося в теоретических и практических вопросах, связанных с темой курсовой работы; способ решения задачи и соответствие его современному уровню знаний в данной области; самостоятельность и грамотность принятых решений и возможности их реализации; качества выполнения и оформления работы; умение излагать результаты работы, обосновывать и защищать принятые решения; отвечать на вопросы в процессе защиты.

В результате защиты курсовая работа (проект) оценивается дифференцированной отметкой по пятибалльной системе.

### ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студенту \_\_\_ курса \_\_\_\_\_ (Фамилия, Имя, Отчество)

Край \_\_\_\_\_ Район (агрolandшафт) \_\_\_\_\_

Хозяйство \_\_\_\_\_

Тип (подтип) почвы \_\_\_\_\_

Обеспеченность хозяйства минеральными удобрениями \_\_\_\_\_ кг/га

Севооборот:

- |    |    |    |
|----|----|----|
| 1. | 4. | 7. |
| 2. | 5. | 8. |
| 3. | 6. | 9. |

Задание получил « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ (подпись)

Задание выдал « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ (подпись)

## ПЛАН КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### **Введение**

### **1 Характеристика хозяйства**

1.1 Климатические условия

1.2 Агрохимическая характеристика почвы

1.3 Севооборот, обработка почвы и уход за растениями

### **2 Система удобрения севооборота**

2.1 План размещения удобрений

2.2 Агрохимическое обоснование системы удобрения

2.3 Годовая потребность в органических и минеральных удобрениях для севооборота

### **3 Баланс питательных веществ и гумуса в почве**

3.1 Баланс питательных веществ

3.2 Баланс гумуса в почве

### **4 Энергетическая эффективность применения удобрений**

### **Заключение**

### **Список литературы**

### **Приложение**

## ВВЕДЕНИЕ

Охарактеризовать роль и значение удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, их качества и плодородия почвы. Дать краткое определение системы применения удобрений в севообороте, указать её цель и задачи. Привести современные сведения о количестве и ассортименте применяемых удобрений в Российской Федерации, крае.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЗЯЙСТВА

Указывается расположение хозяйства, краткая экспликация угодий, производство основных видов продукции земледелия и животноводства, состояние химизации, использование в хозяйстве мелиорантов, минеральных и органических удобрений.

### 1.1 Погодные условия

По данным ближайшей метеостанции (указать название) или по данным агроклиматического справочника привести в форме таблицы основные метеорологические показатели: количество осадков, характер их выпадения, температуру воздуха, а также число дней с суховеями и сильными морозами, снежный покров, ветры, виды эрозии и ее масштабы.

Таблица 1 – Погодные условия хозяйства \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ района (по данным метеостанции \_\_\_\_\_)

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая сумма температур выше 10°С	Сумма осадков за год, мм
Температура воздуха, °С														
Осадки, мм														

Сделать заключение об особенностях применения удобрений в связи с погодными условиями хозяйства. Определить фактор, лимитирующий эффективность применения удобрений.



## 1. 2 Агрохимическая характеристика почвы

На основе почвенной карты, картограмм, очерка зональной агрохимической лаборатории или литературных источников указываются основные типы, подтипы и разновидности почв хозяйства. Отмечается, на каком типе, подтипе почвы расположен севооборот и в таблице 2 даётся подробная агрохимическая характеристика по следующим показателям: мощность гумусового горизонта, глубина вскипания, рН водной и/или солевой вытяжки, гидролитическая кислотность (Нг), сумма поглощённых оснований (S), степень насыщенности почвы основаниями (V), валовое содержание гумуса, азота, фосфора и калия.

Таблица 2 – Агрохимические показатели почвы

Глубина, см	Показатель				Содержание			
	рН <sub>Н<sub>2</sub>О</sub> или рН <sub>КСl</sub>	Нг мг · экв./100 г почвы	S	V, %	гумус, т/га	N, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
0-20								
Запас								

В тексте указывается обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания в мг/кг почвы и их запас в пахотном горизонте в кг/га, исходя из массы пахотного горизонта, равной  $2,2-2,5 \cdot 10^6$  кг/га.

В связи с агрохимическими показателями почвы даётся заключение о нуждаемости её в применении удобрений и химической мелиорации.

## 1. 3 Севооборот, размещение удобрений в почве и уход за растениями

В таблице 3 для севооборота, предложенного в задании, запланировать урожайность всех культур и прибавку от применения удобрений. Нормативы прибавки урожайности основных сельскохозяйственных культур можно найти в публикациях зональных научно-исследовательских учреждений и опытных станций. В среднем прибавка урожайности возделываемых

сельскохозяйственных культур от удобрений определяется по приложению 1, или составляет 20-25 % от средней многолетней.

Таблица 3 – Урожайность и прибавка от применения удобрений в \_\_\_\_\_ севообороте хозяйства \_\_\_\_\_

Культура, площадь поля, га	Урожайность текущего года, ц/га	Планируемая урожайность на следующий год, ц/га	Прибавка, ц/га
Горохо-овсяная смесь			
...			

## 2. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ СЕВООБОРОТА

### 2.1 Разработка системы удобрения севооборота

Система удобрения севооборотов хозяйства – это организационно-хозяйственный, агрохимический, агротехнический, экономический и экологический комплекс мероприятий, направленных на выполнение научно-обоснованного плана применения удобрений, в котором предусматриваются виды, формы, дозы и нормы удобрений, сроки их внесения и способы размещения в почве и севообороте по способам удобрения, с целью увеличения урожая, улучшения качества продукции и сохранения плодородия почв.

Система удобрения севооборота предусматривает:

- а) размещение навоза и других органических удобрений;
- б) распределение минеральных удобрений;
- в) определение общей потребности в удобрениях для севооборота;
- г) обоснование разработанной системы удобрения, в том числе доз, сроков, приёмов их использования.

В условиях конкретного хозяйства, исходя из финансово-экономического состояния хозяйства, разработать систему удобрения для севооборота при ограниченной обеспеченности минеральными удобрениями, обратить внимание на рациональные способы применения удобрений: припосевное

внесение удобрений, локальное, подкормки и применение органических удобрений.

При разработке системы применения удобрений учитываются следующие факторы:

*Почвенно-климатические условия.* В зонах достаточного увлажнения и при орошении эффективны повышенные дозы удобрений и подкормки. При недостаточном и неустойчивом увлажнении предпочтение отдаётся основному и припосевному удобрению. Подкормки могут быть неэффективны при недостатке влаги.

На кислых почвах необходимо планировать известкование, на солонцеватых – гипсование.

На каштановых почвах и чернозёмах обыкновенных, южных в первом минимуме находится фосфор, поэтому предпочтение следует отдавать фосфорным удобрениям.

Рекомендуемое соотношение элементов питания на черноземах  $N : P : K = 1 : 1,5 : 0,5$ .

Составление системы удобрения начинают с размещения органических удобрений. При планировании размещения органических удобрений следует учитывать общее их количество в хозяйстве и степень насыщенности полей севооборота, которая может составлять от 3 до 10 т/га пашни. Навоз следует рекомендовать, прежде всего, под пропашные культуры в два–три поля севооборота до 20 т/га. Учитывая, что навоз обладает пролонгированным действием, последующее его внесение должно быть не ранее, чем через 4–5 лет.

Навозную жижу вносят в составе навоза (смешанный навоз) под пропашные культуры, птичий помёт – под культивацию в дозе 5–6 ц/га. При значительном накоплении навозной жижи и птичьего помёта следует планировать их внесение под основную обработку почвы.

Бактериальными препаратами обрабатывают семена бобовых культур при посеве. Сидераты (зелёные удобрения) применяют

различными способами когда мало или совсем нет органических удобрений.

При распределении общей нормы минеральных удобрений по способам удобрения весь калий вносится осенью под основную обработку почвы. Из общей нормы фосфорных удобрений выделяется примерно  $P_{20}$  на припосевное внесение, а оставшийся фосфор вносится осенью. Азотные удобрения вносятся дробно. Под озимые и культуры раннего сева основное азотное удобрение лучше вносить осенью. Под поздние пропашные культуры (кукуруза, соя, сахарная свекла, подсолнечник) азотные удобрения лучше вносить весной, как предпосевное, чтобы избежать потерь. Подкормки проводят с учётом биологических особенностей культур.

При разработке системы удобрения используют нормы, рекомендованные научными учреждениями, научно-исследовательскими институтами, которые были разработаны по результатам многолетних полевых опытов.

При недостатке минеральных удобрений в хозяйстве планировать внесение удобрений следует в первую очередь под ведущие культуры севооборота: зерновые, подсолнечник, сахарную свеклу. Под второстепенные культуры можно ограничиться последствием удобрений и припосевным внесением. Эффективным приёмом является подкормка, особенно в зоне достаточного увлажнения.

При разработке системы удобрения студент планирует применение микроудобрений, учитывая биологические особенности культур и их содержание в почве. Особенно эффективны в Центральном и Западном Предкавказье предпосевная обработка семян и некорневая подкормка растений микроудобрениями, которые положительно сказываются на величине урожая и его качестве.

Разработанная система удобрения севооборота оформляется в виде таблицы 4, используя агрохимические символы (приложение 2).

Таблица 4 – Система удобрения в \_\_\_\_\_ севообороте  
 \_\_\_\_\_ хозяйства \_\_\_\_\_ района  
 (показана примерная схема размещения удобрений в севообороте  
 зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края)

№ поля	Культура	Способы, виды (формы) и дозы удобрений				Всего д.в., кг/га			Итого, кг/га
		органические (т/га)	основное NPK, кг/га д.в.	припосевное NPK, кг/га д.в.	подкормки NPK, кг/га д.в.	N	P	K	
1	Горохо-овсяная смесь	Навоз 30 т/га N150P75K180	P <sub>50</sub> *	НАФ N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>		12	62		74
2	Озимая пшеница			НАФ N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	Нм 30** внекорневая в фазу молочной спелости	42	12		54
3	Сахарная свекла		НАФК N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	НАФК N <sub>17</sub> P <sub>17</sub> K <sub>17</sub>	НАФ N <sub>12</sub> P <sub>12</sub> 1-я в междурядную обработку	119	119	107	345
4	Горох или соя		P <sub>40</sub> * K <sub>40</sub>	Нитрагин		40	40		80
5	Озимая пшеница		НАФ N <sub>48</sub> P <sub>48</sub>	НАФ N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	Нм 30** внекорневая в фазу молочной спелости	90	60		150
6	Озимая пшеница				Наа 30** рано весной	30			30
7	Кукуруза на зерно	Солома* N <sub>x</sub> P <sub>x</sub> K <sub>x</sub>							
8	Подсолнечник	Стебли*** N <sub>x</sub> P <sub>x</sub> K <sub>x</sub>		НАФК N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>		10	10	10	30
	<b>ИТОГО</b>	N <sub>x</sub> P <sub>x</sub> K <sub>x</sub>	N138P228K178	N63P63K27	N <sub>102</sub> P <sub>12</sub>	343	303	117	763

*Примечание:*

\* - при отсутствии суперфосфата рекомендуется внесение фосфорсодержащих удобрений (аммофос, диаммофос, нитроаммофос);

\*\* - по результатам почвенной и тканевой диагностики;

\*\*\* - доза соломы зависит от урожайности основной продукции.

После таблицы необходимо представить следующие расчёты по севообороту:

1. Количество на гектар N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O всего и по способам использования.

2. Соотношение питательных веществ в минеральных удобрениях N : P : K. При этом общее количество азота принимается за единицу.

3. Распределение удобрений в процентах по способам удобрения, принимая суммарное количество азота, фосфора, калия за 100%.

4. Насыщенность севооборота, кг/га:

N \_\_\_\_\_, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> \_\_\_\_\_, K<sub>2</sub>O \_\_\_\_\_, навоза \_\_\_\_\_ т/га.

Для этого нужно общее количество действующего вещества по каждому элементу и по навозу разделить на количество полей севооборота.

*Пример* составления и расчёта системы удобрения в севообороте приводится выше.

1. Количество д.в. элементов:

N – 343; P – 303; K – 117; всего NPK – 763; навоза 3,75 т/га.

2. Соотношение N:P:K.

Для расчёта соотношения N:P:K за единицу принимается суммарное количество азота для всего севооборота (343 кг). Составляем пропорцию для расчёта соотношения:

*для фосфора:*

343 – 1

303 – x

$$x = (303 \cdot 1) : 343 = 0,88$$

*для калия:*

343 – 1

117 – x

$$x = (117 \cdot 1) : 343 = 0,34$$

Таким образом, соотношение N:P:K = 1:0,88:0,34.

2. Распределение удобрений по приёмам использования в д.в. (действующее вещество) и в %.

Под основную обработку (д.в.)

N – 138 P – 228 K – 178, всего NPK – 544

Чтобы рассчитать % применения удобрений под основную обработку, необходимо общее количество кг/га (763 кг/га) принять за 100 %, а сумму NPK под основную обработку (544 кг) за  $x$ . Составим пропорцию:

763 – 100 %

544 –  $x$  %

$x = (544 \cdot 100) / 763 = 71,3$  % удобрений вносится под основную обработку почвы.

Аналогично подсчитывается доля (в %) от общего количества удобрений, применяемых в другие приёмы, причём все подкормки необходимо объединить.

4. В среднем на гектар пашни севооборота планируется:

N – 343 : 8 = 80 кг/га

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 303 : 8 = 38 кг/га

K<sub>2</sub>O – 117 : 8 = 15 кг/га

## 2.2 План размещения удобрений

На основании разработанной системы ежегодно составляется план внесения удобрений, в котором учитывается уровень плодородия каждого поля.

Виды удобрений выбирают с учётом биологических особенностей культуры, типа почвы, приёма внесения и возможностей хозяйства. В производстве доза подкормок корректируется по результатам тканевой и листовой диагностики. Для каждого удобрения и приёма внесения рассчитывается физическая масса. При заполнении таблицы строго соблюдается форма.

Расчёт доз удобрений в физической массе производится с учётом содержания действующего вещества в туках.

**Дф.м. = Дд.в. / % Д.в. в удобрении, ц/га.**

*Пример 1.* Под озимую пшеницу необходимо внести  $N_{60}$  с аммиачной селитрой  $NH_4NO_3$ , содержащей 34 % азота. Составляем пропорцию:

34 кг N содержится в 100 кг (1 ц)  $NH_4NO_3$ , а для внесения 60 кг N потребуется  $x$  ц  $NH_4NO_3$ , отсюда

$$x = (60 \cdot 1) : 34 = 1,75 \text{ ц/га.}$$

Таким образом, для внесения 60 кг N потребуется 1,75 ц аммиачной селитры.

При использовании комплексных удобрений с разным содержанием элементов, чтобы не вносить избыточное количество питательных веществ, расчёт ведут по элементу с более высоким процентным содержанием в удобрении. Так, расчёт дозы аммофоса и диаммофоса ведут по фосфору, а недостающее количество азота вносят простыми азотными удобрениями.

*Пример 2.* Требуется внести  $N_{40}P_{60}$ . В наличии имеется аммофос  $NH_4H_2PO_4$ , содержание азота – 12 %, фосфора – 50 % и мочевины  $CO(NH_2)_2$  с содержанием азота 46 %.

Дозу аммофоса рассчитаем по фосфору:

$$D_{NH_4H_2PO_4} = 60 : 50 = 1,2 \text{ ц/га}$$

С расчётной дозой 1,2 ц аммофоса мы внесём 60 кг фосфора, но аммофос кроме фосфора содержит 12 % азота. Необходимо рассчитать, какое количество азота будет внесено с 1,2 ц аммофоса.

1 ц аммофоса содержит 12 кг N,

1,2 ц –  $x$  кг N, отсюда  $x = 14$  кг N

Недостающее количество азота  $40 - 14 = 26$  кг внесём мочевиной.

$$D_{CO(NH_2)_2} = 26 : 46 = 0,56 \text{ ц/га.}$$

Таким образом, чтобы обеспечить дозу  $N_{40}P_{60}$ , необходимо внести 1,2 ц аммофоса и 0,56 ц мочевины.

Если используются удобрения, содержащие одинаковое количество элементов питания, то расчёт ведут по элементу, доза которого наименьшая, а недостающее количество остальных элементов питания дополняют простыми удобрениями.



*Пример 3.* Перед посадкой томатов необходимо внести  $N_{60}P_{40}K_{40}$ . Имеются удобрения: нитроаммофоска, содержащая по 18 % азота, фосфора и калия, и сульфат аммония с содержанием азота 20,5 %.

Расчёт дозы нитроаммофоски ведём по фосфору или калию, т.е. на 40 кг д.в.

$$D_{\text{нитроаммофоски}} = 40 \cdot 1 : 18 = 2,2 \text{ ц/га}$$

С 2,2 ц нитроаммофоски внесём  $N_{60}P_{40}K_{40}$ . Недостающие  $N_{20}$  внесём с сульфатом аммония, для чего требуется 1 ц/га.

$$D(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 1 \cdot 20 : 20,5 = 1 \text{ ц/га}$$

Таким образом, перед посадкой томатов необходимо внести 2,2 ц/га нитроаммофоски и 1 ц/га сульфата аммония.

### **2.3 Агрехимическое обоснование системы удобрения**

Обоснование даётся по каждой культуре севооборота. Объясняются биологические особенности культуры, потребность её в элементах питания и периодичность их потребления.

На основании этого обосновывается разработанная система применения удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях с учётом предшественника, последствий органических удобрений, вида и способа внесения.

Даётся характеристика основных удобрений, применяемых в севообороте, их взаимодействие с данным типом почвы и обосновываются рекомендуемые приёмы использования.

### **2.4 Общая годовая потребность в органических и минеральных удобрениях для севооборота**

Определяется общая годовая потребность по видам удобрений для всего севооборота на всю площадь. Для этого, заполнив таблицу 5, количество удобрений в физической массе умножают на площадь поля, занятого с/х культурой, и переводят в тонны. В таблице 5 указываются лишь те удобрения, которые планируется использовать (из таблицы 4).

**Таблица 5 – Общая потребность в органических и минеральных удобрениях для полевого севооборота**

Культура	Площадь поля, га	Требуется удобрений, т								
		Органические		Азотные			Фосфорные	Калийные	Комплексные	
		<i>пример</i>								
		навоз	солома	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	KCl	$\text{KNO}_3$	аммофос
Горохо-овсяная смесь	90									
Озимая пшеница	90									
...										
Итого										

### **3. БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ГУМУСА В ПОЧВЕ**

Система удобрения должна обеспечить получение высоких урожаев, сохранение и воспроизводство почвенного плодородия. Для оценки изменения почвенного плодородия при разработанной системе удобрения, рассчитывается баланс питательных веществ и гумуса в почве.

Баланс - это сопоставление статей поступления элементов питания и гумуса в почву с расходом их на формирование урожая и потери из почвы.

Балансовый расчёт даёт представление о происходящем истощении или обогащении почвы питательными веществами и гумусом при разработанной системе удобрения.

Баланс может складываться положительный, отрицательный или нулевой. Если внесение удобрений превышает вынос их с урожаем, то баланс складывается положительный, значит, почва пополняется питательными веществами. При отрицательном балансе запас питательных веществ и гумуса в почве уменьшается, то есть снижается почвенное плодородие. При нулевом или бездефицитном

балансе поступление и потери равны и мы имеем сохранение почвенного плодородия.

При разработке системы удобрения севооборота необходимо добиваться бездефицитного баланса элементов питания и гумуса.

### 3.1 Баланс питательных веществ

Различают биологический и хозяйственный баланс питательных веществ. В курсовой работе рассчитывается хозяйственный баланс (таблица 6, при этом используется приложение 3).

Вынос элементов питания основной и побочной продукцией рассчитывается умножением выноса единицей урожая (приложение 3 и 4) на планируемую урожайность (таблица 3). Так, вынос N с урожаем озимой пшеницы 5 т/га составляет  $33 \text{ кг/т} \times 5 \text{ т/га} = 165 \text{ т/га}$ .

Таблица 6 – Баланс питательных веществ  
в полевом севообороте

№ поля	Культура	Урожайность, т/га	Вынос урожая, кг/га			Внесение с удобрениями, кг/га									Баланс питательных веществ (+, -)			Возмещение выноса внесением, %		
						органическими			минеральными			всего								
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	Горохо-овсяная смесь																			
2																				
Всего																				
В среднем по севообороту																				

Следует учитывать, что бобовыми культурами дополнительно привлекается в почву органический азот за счёт фиксации клубеньковыми бактериями. Бобовые культуры поглощают из почвы лишь 1/3 от общего выноса азота, а 2/3 из воздуха, то есть вынос N с 2 т гороха составит  $(60 \text{ кг/га} \times 2 \text{ т/га}) / 3 = 40 \text{ кг/га}$ .

Внесение элементов питания с удобрениями берётся из разработанной системы, то есть таблицы 4 (всего д.в., кг/га). Поступление N, P, K с органическими удобрениями рассчитывают

исходя из среднего содержания их в навозе: N – 5 кг, P – 2,5 кг, K – 6 кг в 1 тонне. Таким образом, с 40 т навоза вносится 200 кг N, 100 кг P, 240 кг K. Аналогично рассчитывается поступление N, P, K из соломы, ботвы, сидератов.

Баланс – это разница между количеством элемента питания внесённого с удобрениями (всего), и выносом его с урожаем.

Интенсивность баланса или возмещение выноса внесением – это отношение возмещения (прихода) к расходу, выраженное в процентах (%). При отрицательном балансе интенсивность меньше 100 %, при положительном – больше, при нулевом – равна 100 %.

В завершение таблицы 6 рассчитывают средние данные баланса и возмещение выноса.

После расчёта баланса следует сделать анализ полученных данных: отметить, по каким культурам и элементам питания разработанная система обеспечивает положительный или отрицательный баланс. По средним данным баланса и возмещения выноса делаются выводы об изменении почвенного плодородия и разрабатываются мероприятия на перспективу.

### **3.2 Баланс гумуса в почве**

Система удобрения севооборота должна предусматривать не только бездефицитный баланс гумуса, но и расширенное его воспроизводство в почве. Ежегодные потери гумуса от его минерализации могут достигать 0,4–4,0 т/га. Их восполнение осуществляется за счёт гумификации органических веществ пожнивных и корневых остатков, но главным образом за счёт внесения органических удобрений.

Применительно к Северному Кавказу данные о ежегодной минерализации гумуса в почве и восполнении его запасов за счёт пожнивных и корневых остатков представлены в приложении 5.

Для расчёта баланса гумуса определяется его ежегодная минерализация и восполнение за счёт пожнивных и корневых остатков по каждому полю севооборота и в среднем по севообороту (таблица 7). Учитывая насыщенность севооборота удобрениями, рассчитывается

количество гумуса, образующегося из внесённых органических удобрений. При этом принято считать, что содержание сухого вещества в навозе составляет 30 %, а коэффициент гумификации – 25% от сухого вещества.

Таблица 7 – Баланс питательных веществ  
в полевом севообороте

№ поля	Культура	Минерализация гумуса, т/га	Восполнение гумуса за счёт пожнивных и корневых остатков, т/га
1			
...			
Итого			
В среднем по севообороту			

Далее рассчитывается баланс гумуса в кг/га и восполнение потерь за счёт внесённого навоза. При расчёте баланса гумуса за 100 % принимается дефицит гумуса, а возмещение потерь за счёт внесения органических удобрений – за  $x$ . Рассчитывают необходимую насыщенность севооборота органическими удобрениями, позволяющую обеспечить бездефицитный баланс гумуса в полях севооборота.

Рассмотрим на примере таблицы 7а.

Таблица 7а – Баланс гумуса в почве

№ поля	Культура	Минерализация гумуса, т/га	Восполнение гумуса за счёт пожнивных и корневых остатков, т/га
1	Горох	0,55	0,60
2	Оз. пшеница	1,35	1,10
3	Оз. ячмень	0,91	0,76
4	Кукуруза/силос	2,5	0,35
Итого		5,31	2,81
В среднем по севообороту		1,33	0,70

Дефицит гумуса составляет  $1,33 - 0,70 = 0,63$  т/га = 630 кг/га  
Содержание сухого вещества в органических удобрениях – 30 %, что равно 300 кг/т.

Коэффициент гумификации органических удобрений: 25 % от сухого вещества.

Количество гумуса, образующегося от 1 т органических удобрений:  $(300 \times 25 \%) / 100 \% = 75$  кг.

Насыщенность севооборота органическими удобрениями: 6 т/га.

Восполнение потерь гумуса за счёт вносимых органических удобрений:  $6 \text{ т/га} \times 75 \text{ кг} = 450 \text{ кг/га}$

Баланс гумуса:

630 – 100 %

450 – x

$(450 \times 100\%) / 630 = 71,4 \%$

Дефицит гумуса равен  $450 - 630 = -180$  кг/га.

Для бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить в среднем на 1 га пашни органических удобрений:  $630 : 75 = 8,4$  т/га.

Для ликвидации дефицита необходимо навоза:  $180 : 75 = 2,4$  т/га или  $8,4 \text{ т/га} - 6 \text{ т/га} = 2,4 \text{ т/га}$ .

Баланс гумуса по севообороту задания заполняется на основании приложения 5.

#### **4 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

Разработанная система применения удобрений в севообороте должна быть агрономически и экономически обоснована.

Агрономическая эффективность выражается прибавкой урожайности. Выражают её в зерновых или кормовых единицах.

Экономическая эффективность применения удобрений определяется тремя показателями: условно чистый доход (стоимость прибавки продукции за вычетом дополнительных затрат, связанных с применением удобрений и уборкой), уровень рентабельности (отношение чистого дохода от удобрений к затратам на их применение в процентах) и доход на один затраченный рубль (окупаемость).

Учитывая нестабильность цен на удобрения и сельскохозяйственную продукцию, расчёт экономической эффективности затруднён и поэтому предлагается рассчитывать энергетическую эффективность применения удобрений.

Энергетическая эффективность определяется отношением энергии, накопленной в продукции, полученной за счёт применения удобрений, к энергетическим затратам на производство и применение вносимых удобрений.

Для определения энергетической эффективности системы удобрения севооборота необходимо рассчитать энергию, накопленную в сельскохозяйственной продукции, которая оценивается в миллионах джоулей (МДж). Она рассчитывается по формуле:

$$V_{F_0} = Y_n \times R_i \times I \times 100,$$

где:  $V_{F_0}$  – содержание энергии в прибавке урожая, МДж/га;

$Y_n$  – прибавка урожая основной продукции от удобрений, ц/га;

$R_i$  – коэффициент перевода единицы урожая в сухое вещество;

$I$  – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж;

100 – коэффициент перевода ц в кг (приложение 6).

После этого определяются затраты энергии на производство и применение минеральных и органических удобрений, которые состоят из энергозатрат на производство удобрений, их транспортировку, погрузку и внесение, а также на уборку, доработку и реализацию дополнительного урожая (приложение 7), и в зависимости от вносимых доз рассчитываются энергетические затраты на их применение по формуле:

$$A_0 = (H_n \times a_n) + (H_p \times a_p) + (H_k \times a_k) + (H_o \times a_o), \text{ где:}$$

$A_0$  – энергетические затраты на применение удобрений, МДж/га;

$H_n, H_p, H_k, H_o$  – соответственно фактические дозы внесения азотных фосфорных, калийных (кг/га д.в.) и органических (кг/га) удобрений;

$a_n, a_p, a_k, a_o$  – энергетические затраты в расчёте на 1 кг д.в. азотных, фосфорных, калийных и на 1 кг органических удобрений.

Расчёт энергетической эффективности (энергоотдача или биоэнергетический КПД) применения удобрений (n, ед.) производится по формуле:

$$n = (Vf_0) : A_0$$

Все расчёты записываются в таблицу 8. Полученные данные анализируются.

Таблица 8 – Энергетическая эффективность применения удобрений в севообороте

№ поля	Культура	Прибавка урожая от удобрений ( $Y_n$ ), ц/га	Энергия, накопленная в с.-х. продукции ( $Vf_0$ ), МДж/га	Энергозатраты на применение удобрений ( $A_0$ ), МДж/га	Энергетическая эффективность (n)
1	Озимая пшеница	10	16450	17300	0,95
2	...				
В среднем по севообороту					

Для того чтобы правильно заполнить таблицу 8, рассмотрим пример. Из таблицы 3 берём прибавку урожайности озимой пшеницы, допустим, это 10 ц/га. Умножая содержание общей энергии в 1 кг урожая (приложение 6,  $R_i * I$ ) на прибавку, определяем дополнительную энергию, накопленную в прибавке урожая, полученной за счёт внесения минеральных и органических удобрений.

$$V_{f_0} = 1000 \text{ кг/га} \times 16,45 \text{ МДж/кг} = 16450 \text{ МДж/га}$$

Количество внесённых под культуру удобрений берём из таблицы 4. Допустим, это 20 т/га навоза и  $N_{90}P_{60}K_{40}$ .

Энергозатраты на производство и применение удобрений рассчитываются умножением доз удобрений по д.в. и навоза в килограммах на энергозатраты на 1 единицу (**приложение 6**).

Считаем:

- навоз  $20000 \times 0,42 = 8400 \text{ МДж}$
- азот  $90 \times 86,8 = 7812 \text{ МДж}$
- фосфор  $60 \times 12,6 = 756 \text{ МДж}$
- калий  $40 \times 8,3 = 332 \text{ МДж}$

Всего:  $A_0 = 17300 \text{ МДж}$



Энергетическая эффективность применения удобрений равна:  
 $16450 : 17300 = 0,95$ .

В конце таблицы необходимо рассчитать среднюю энергетическую эффективность по севообороту. На полях, где вносились органические удобрения, энергозатраты велики и энергетическая эффективность может быть меньше единицы.

Вывод об обоснованности применения удобрений делают по средней энергетической эффективности севооборота. Если показатель больше единицы, то применение удобрений эффективно и обоснованно.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Сформулировать следующим образом:

1. Особенности применения удобрений в связи с почвенно-климатическими условиями хозяйства и возделываемыми культурами.
2. Особенности разработанной системы удобрения:
  - насыщенность севооборота органическими и минеральными удобрениями, указать соотношение питательных веществ во вносимых удобрениях, распределение по приёмам внесения.
3. Изменение почвенного плодородия при разработанной системе удобрения по данным баланса питательных веществ и гумуса.
4. Предлагаемые мероприятия по сохранению почвенного плодородия.
5. Энергетическая эффективность разработанной системы применения удобрений в севообороте.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

Приводится список литературы, использованной при выполнении курсовой работы. В него включают только те источники, которые использованы и на которые есть ссылки в курсовой работе. Библиография составляется в следующей последовательности: официальные документы, затем труды отечественных и зарубежных авторов (по алфавиту). Работы одного автора размещаются в хронологическом порядке.

## **Пример описания источников приведен ниже:**

### *Официальные материалы*

Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации: офиц. текст. – М. : Маркетинг, 2001. – 39 с.

Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации. Ч. III : федер. закон от 26 ноября 2001 г. №146-ФЗ // Собр. зак-ва РФ. – 2001. – № 34. – Ст. 1759.

Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в таможенный кодекс Российской Федерации : федер. закон от 24 июля 2009 г. № 207-ФЗ // Собр. зак-ва РФ. – 2009. – № 30. – Ст. 3733.

Ставропольский край. Законы. Об исполнении бюджета Ставропольского края за 2008 год : закон Ставроп. края от 13 июля 2009 г. № 40-кз // Сб. законов и др. правовых актов Ставроп. края. – 2009. – № 19. – Ст. 8403.

### *Книги*

Ковалев, В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры / В. В. Ковалев. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 560 с.

Шафрин, Ю. Информационные технологии. В 3 ч. Ч. 2. Офисная технология и информационные системы / Ю. Шафрин. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2000. – 336 с.

### *Главы из книг*

Охрана земель и окружающей среды в процессе землеустройства // Основы землеустройства / П. В. Ключин, А. С. Цыганков. – М. ; СПб. ; Н. Новгород [и др.], 2002. – С. 219 – 296.

Голоусов, Н. С. Агротехнический метод борьбы с сорняками / Н. С. Голоусов // Сорные растения и методы борьбы с ними : учеб. пособие / под общ. ред. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 1992. – С. 27– 48.

### *Фрагмент книги, не имеющий заглавия*

[Карта химической промышленности Центрального района] // Социально-экономическая география и регионология России : учебник-атлас. – М., 2002. – С. 143.

### *Статьи из сборников*

Гурницкий, В. Н. Применение метода конечных разностей для расчета аппарата магнитной обработки вещества / В. Н. Гурницкий, Г.

В. Никитенко // Методы и технические средства повышения эффективности применения электроэнергии в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 4–13.

*Статьи из журналов*

*- с 1-им автором*

Минаева, Е. В. Основные критерии макроэкономического развития страны / Е. В. Минаева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 26–29.

*- с 2-мя авторами*

Соколов, Я. В. Управленческий учет: как его понимать / Я. В. Соколов, М. Л. Пятов // Бух. учет. – 2003. – № 7. – С. 53–55.

*- с 3-мя авторами*

Хицков, И. Интеграционные связи в агропромышленном производстве / И. Хицков, Н. Мытина, Е. Фомина // АПК: экономика, управление. – 2003. – № 9. – С. 9–17.

*- с 4-мя и более авторами*

Экономика федеральных округов России: сравнительный анализ / В. И. Суслов, Ю. С. Ершов, Н. М. Ибрагимов, Л. В. Мельникова // Регион: экономика и социология. – 2003. – № 4. – С. 47–63.

*Фрагмент статьи из журнала, не имеющий заглавия*

[Производство основных видов продукции растениеводства : таблица] // Экономика сел. хоз-ва России. – 2004. – № 1. – С. 17.

*Статьи из газет*

Михайлов, С. А. Система платных дорог в России находится в начальной стадии развития / С. А. Михайлов // Независимая газ. – 2002. – 17 июня.

*Стандарты*

ГОСТ Р 517721-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. – Введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

*Патентные документы*

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – №

2000131736/09; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

*Библиографическое описание электронных ресурсов*

Казанская, Л. В. Пушкинские мотивы в творчестве Артура Лурье [Электронный ресурс] : опыт муз. ист. расследования // Балт.сезоны: Интернет-альм. – 1999. – №1. – Режим доступа: [http://www/theatre.spb.ru/seasons/1\\_1\\_1999/history/kazanska.htm](http://www/theatre.spb.ru/seasons/1_1_1999/history/kazanska.htm) (23.06.2015).

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев, В. В. Агрохимия (Южно-Российский аспект) : учебник для студентов вузов высш. учеб. заведен. – Т. 2: Удобрения. Система удобрения. Экология / В. В. Агеев, А. И. Подколзин; под ред. В. В. Агеева. – Ставрополь: СтГАУ, 2006. – 480 с.: ил. – (Гр. МСХ РФ).
2. Агеев, В. В. Агрохимия (Южно-Российский аспект): учебник для студентов вузов по агроном. специальностям. – Т. 1: Питание растений. Свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений / В. В. Агеев, А. И. Подколзин; под ред. В. В. Агеева. – Ставрополь: СтГАУ, 2005. – 488с.:
3. Муравин, Э. А. Агрохимия : учебник для бакалавров по направлению «Агрономия» / Э. А. Муравин, Л. В. Ромодина, В. А. Литвинский. – Москва : Академия, 2014. – 304 с. – (Высшее образование. Бакалавриат. Гр. УМО).
4. ЭБ "Труды ученых СтГАУ": Учебное пособие по экологической агрохимии [электронный полный текст] / О. Ю. Лобанкова, А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, Ю. И. Гречишкина, В. И. Радченко, Л. С. Горбатко, М. В. Селиванова, Н. В. Громова, М. С. Сигида, С. А. Коростылев, Е. В. Голосной; СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2014. – 2,24 МБ.
5. ЭБС "Лань": Ягодин, Б. А. Агрохимия [Электронный ресурс] : учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2016. — 584 с.
6. ЭБС "Znanium": Кидин В. В. Агрохимия: Учебное пособие / В. В. Кидин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 351 с.

7. ЭБС "Лань": Матюк, Н.С. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии [Электронный ресурс] : учебник / Н.С. Матюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2014. – 242 с.
8. ЭБ "Труды ученых СтГАУ": Лабораторный практикум по агрохимии для агрономических специальностей [электронный полный текст] : учеб. пособие для студентов вузов по агроном. специальностям / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, А. И. Подколзин, Ю. И. Гречишкина, О. Ю. Лобанкова, Л. С. Горбатко, В. И. Радченко, М. С. Сигида, С. А. Коростылев, Е. В. Голосной, Н. В. Николенко ; СтГАУ. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь : АГРУС, 2010. – 2,23 МБ. – (Гр. МСХ РФ).
9. ЭБС "Znanium": Акименко Ю. В. Экологические последствия загрязнения чернозема антибиотиками: монография / Ю. В. Акименко, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2013. – 120 с.
10. Ступин, Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления : учеб. пособие для студентов по направлению 110100 ""Агрохимия и агропочвоведение"" / Д. Ю. Ступин. – СПб. : Лань, 2009. – 432 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература. Гр. УМО).
11. Агеев, В. В. Корневое питание сельскохозяйственных растений : учеб. пособие для студ. вузов агроном. спец. / В. В. Агеев, Ставроп. ГСХА. – Ставрополь, 1996. – 134 с. : ил.
12. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на юге России : учеб. пособие для студентов вузов агроном. специальностей / под ред. В. В. Агеева. – Ставрополь : ГСХА, 1999. – 113 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

В приложение к курсовой работе могут помещаться все сведения, рисунки и табличный материал, не включённые в основной текст.

### Приложение 1 – Нормативы окупаемости удобрений

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

Приложение 2 – Физические и химические свойства минеральных удобрений

Название удобрения	Агрехимический символ	Содержание действующего вещества, %	Объем 1 тонны, м <sup>3</sup>	Допустимая высота укладки, м
Аммиачная селитра	Naa	34,6	1,22	1,5
Мочевина	Nm	46	1,55	1,5
КАС	N	28 - 30 - 32		
Сульфат аммония	N(S)	20,5 (24)	1,12	2,5
Суперфосфат порошковидный	Pc	19	0,8	1,7
Суперфосфат гранулированный	Pcg	20	0,9	1,7
Суперфосфат двойной	Pcd	45	1,15	1,7
Суперфос	P	38 - 41		
Хлористый калий	Kx	56-60	1,05	2,5
Сульфат калия	Kc	45-48	0,81	2,0
Калийная соль	Kkc	40	0,91	2,5
Сильвинит	K	14		
Аммофос	АФ	N12 P52	1,1	1,7
Диаммофос	ДАФ	N19 P49	1,15	1,7
Аммонизированный суперфосфат	P(N)	8:30 ; 8:33 ; 7:25; 7:22; 7:19		
Нитрофос	НФ	N 23 P17	1,1	1,7
Нитрофоска	НФК	N12-13 P9-11 K13-14	1,25	1,7
Нитроаммофос	НАФ	N23 P23	1,24	1,7
Нитроаммофоска	НАФК	N17 P17 K17	1,2	1,7
Жидкие комплексные удобрения	ЖКУ	N10 P34	1,24	*
Кристаллин		20:6:10		

Приложение – 3 Вынос азота, фосфора, калия с урожаем основной и  
побочной продукции с/х культур, кг/т

Культура	Вынос питательных веществ		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Озимая пшеница	33,0	10,4	21,7
Озимый ячмень	27,3	10,4	23,6
Озимая рожь	28,0	12,1	23,3
Озимая рожь + травы	28,2	10,8	19,2
Озимая тритикале	26,0	11,5	21,0
Овёс	31,3	12,5	26,9
Рис	33,6	14,8	32,8
Кукуруза (зерно)	28,1	9,1	23,6
Кукуруза (зелёная масса)	3,7	1,1	3,5
Просо	30,0	12,0	30,0
Гречиха	37,5	19,8	48,2
Горох (зерно)	60,3	14,9	27,2
Горохо-овсяная смесь	45,5	13,4	24,4
Фасоль	36,8	13,8	17,2
Соя	74,5	18,9	26,9
Зернобобовые (зерно)	54,3	14,4	18,4
Подсолнечник (семена)	52,7	19,6	100,6
Клещевина	51,9	13,6	26,1
Рапс озимый (семена)	41,1	19,3	27,0
Рапс яровой	55,0	30,0	30,0
Лен-долгунец	58,1	22,9	73,0
Арахис	54,7	10,3	31,0
Сахарная свекла (корнеплоды)	4,9	1,6	6,3
Сахарная свекла (семена)	39,1	17,0	52,1
Свекла столовая	2,7	1,5	4,3
Картофель	5,7	1,7	7,6
Бахчевые культуры	5,0	0,6	5,8
Овощи	4,4	1,4	4,6



## Продолжение приложения 3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Морковь	3,2	1,0	5,0
Огурцы	1,7	1,4	2,6
Томаты	3,7	1,2	4,0
Лук - репка	3,0	1,2	4,0
Капуста белокочанная	4,0	1,0	4,3
Зеленные овощи	3,0	1,0	4,5
Кормовые корнеплоды	3,2	1,5	5,7
Подсолнечник (зелёная масса)	3,0	0,8	6,0
Злако-бобовая смесь (зелёная масса)	4,5	1,2	4,0
Многолетние травы (сено)	26,3	6,2	20,2
Люцерна	27,3	5,8	23,7
Клевер луговой	21,4	4,8	25,2
Злаковые травы (сено)	20,2	6,2	17,3
Сад (плоды)	5,8	2,4	5,8
Яблоня, груша	2,9	0,8	3,9
Слива, персик	3,4	0,8	3,0
Вишня, черешня	5,5	1,3	4,5
Ягодники	5,0	1,6	5,2
Орехоплодные (орехи)	25,0	4,0	5,2
Виноградник	7,1	3,3	9,0
Питомник (вынос с 1 га)	42,2	16,1	23,9

Приложение 4 – Примерное содержание питательных веществ в органических удобрениях, %

Удобрения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Полуперепревший навоз КРС на солоистой подстилке	0,5	0,25	0,6
Навоз КРС на торфяной подстилке	6,0	2,0	5,0
Навозная жижа	0,25-0,3	0,03-0,1	0,4-0,5
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
Торф низинный	2,3-3,3	0,1-0,5	0,15
Зеленая масса гороха (сидерат)	0,65	0,15	0,52
Солома озимой пшеницы	0,45	0,2	0,9
Солома ячменя	0,5	0,2	1,0
Солома овса	0,65	0,35	1,6
Солома проса	0,4	0,18	1,59
Солома гречихи	0,8	0,61	2,42
Солома кукурузы	0,75	0,3	1,64
Солома гороха	1,4	0,35	0,5
Ботва подсолнечника	0,77	0,28	1,38
Ботва сахарной свёклы	0,35	0,1	0,5

Приложение 5 – Минерализация и воспроизведение гумуса в почве под сельскохозяйственными культурами на Северном Кавказе

Культура	Урожайность, ц/га	Минерализация гумуса, т/га	Восполнение гумуса, т/га
Озимая пшеница	45	1,35	1,10
Озимый ячмень	45	1,21	1,20
Яровая пшеница	30	1,10	0,80
Яровой ячмень	35	0,91	0,76
Овёс	30	0,87	0,77
Горох	27	0,55	0,60
Зернобобовые	25	0,50	0,60
Соя	15	0,71	0,53
Рис	40	1,30	1,15
Кукуруза (зерно)	40	1,00	1,01
Подсолнечник	25	1,25	0,67
Клещевина	8	0,81	0,53
Арахис	25	0,56	0,36
Сахарная свекла	270	1,35	0,20
Табак (лист)	35	0,92	0,36
Картофель	70-200	0,75	0,18
Бахчевые культуры	125	0,84	0,28
Морковь, свекла столовая	70-250	0,45	0,15
Томаты, перец, баклажан	280-400	0,96	0,19
Многолетние травы	10-40	0,17	1,05
	30-60	0,33	1,86
Однолетние травы	10-40	0,45	0,63
Плодовые культуры	150	1,41	0,15
Ягодные культуры	60	0,98	0,12
Виноградник	100	1,39	0,15

Приложение 6 – Содержание энергии и коэффициент перевода  
продукции в сухое вещество

Культура	Коэффициент перевода продукции в сухое вещество (Ri)	Содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества (I), МДж	Содержание общей энергии в 1 кг урожая натуре (Ri* I), МДж
Пшеница озимая	0,86	19,13	16,45
Пшеница яровая мягкая	0,86	19,31	16,61
Пшеница яровая твёрдая	0,86	19,49	16,76
Рожь	0,86	19,49	16,76
Ячмень	0,86	19,13	16,45
Овёс	0,86	18,80	16,17
Просо	0,86	19,70	16,94
Гречиха	0,86	19,38	16,67
Рис	0,86	18,59	15,99
Фасоль	0,86	20,68	17,78
Горох	0,86	20,57	17,69
Сорго	0,86	18,34	15,77
Кукуруза (зерно)	0,86	17,60	15,14
Кукуруза	0,25	16,39	4,10
Сахарная свёкла	0,25	18,26	4,56
Подсолнечник	0,92	19,38	17,83
Соя (зерно)	0,88	20,57	18,10
Картофель	0,20	18,29	3,66
Бахчевые	0,11	14,90	1,64
Овощные	0,10	14,36	1,44
Кормовые корнеплоды	0,25	16,39	4,10
Табак	0,90	20,20	18,18
Конопля	0,90	19,60	17,64
Конопля (семена)	0,86	21,00	18,44
Многолетние травы			
Зелёная масса	0,20	18,31	3,78
Сено	0,84	18,91	15,88
Однолетние травы			
Зелёная масса	0,20	16,39	3,28
Сено	0,84	16,39	13,77
Люцерна			
Зелёная масса	0,25	21,83	5,46
Сено	0,84	21,83	18,34

Приложение 7 – Энергозатраты на производство удобрений  
(минеральные – на 1 кг д.в.,  
органические и известковые – на 1 кг физической массы)

Вид и формы удобрений	Содержание д.в., %	Энергетический эквивалент, МДж	
		действующего вещества	физической массы
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Азотные		80,0	
Фосфорные		13,8	
Калийные		8,8	
Органические (в среднем)		0,42	
Торфо-навозные компосты		1,70	
Известковые удобрения (в среднем)		3,8	
Доломитовая мука		3,6	
<i>Азотные</i>			
Азот в сложных удобрениях	-	152,7	-
Сульфат аммония	20,5	80	16,4
Аммиачная селитра	34,5	80	27,6
Натриевая селитра	16,0	80	12,8
Кальциевая селитра	17,0	80	13,6
Мочевина	46,0	80	26,8
КАС	28,0	80	22,4
Аммиачная вода	20,5	80	16,4
Аммиак жидкий	82,0	80	65,0
<i>Фосфорные</i>			
Фосфор в сложных удобрениях	-	27,3	-
Сульфат простой гранулированный	20,0	13,8	2,8
Суперфосфат двойной	46,0	13,8	6,3
Суперфосфат аммонизированный	N8 P33	51,5	21,1
<i>Калийные</i>			
Калий в сложных удобрениях	-	29,4	-
Хлористый калий	60	8,8	5,3
Калийная соль	40	8,8	3,5
Сульфат калия	48	8,8	4,2

## Продолжение приложения 7

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Комплексные</i>			
Нитрофоска	N12 P12 K12	51,5	18,5
Нитроаммофоска	N17 P17 K17	51,5	26,2
Азофоска	N16 P16 K16	51,5	24,7
Аммофосфат	N7 P47	51,5	27,8
Аммофос	N12 P50	51,5	31,9
АФК	N10 P20 K20	51,5	25,8
АФК	N5 P16 K35	51,5	28,8
ЖКУ	N10 P34	51,5	22,7
Кристаллин	N20 P16 K20	51,5	28,8
<i>Микроудобрения</i>			
Борные		12,5	18,8
Цинковые		2,5	6,9