

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Курская государственная сельскохозяйственная академия  
имени И.И. Иванова»**

**Кафедра почвоведения, общего земледелия и растениеводства  
имени профессора В.Д. Мухи**

Методические указания  
одобрены Ученым советом  
ФГБОУ ВО Курская ГСХА  
Протокол №8  
от «27» августа 2018 г.

**Методические указания по выполнению курсовой работы по  
дисциплине «Агрохимия»**

*Направление подготовки: 35.03.04 Агрономия,  
профиль «Производство продукции растениеводства»  
Факультет: агротехнологический  
Форма обучения: заочная*

**Курск-2018**

**Лист рассмотрения/пересмотра  
методических указаний**

Методические указания рассмотрены и одобрены на 2018-2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени профессора В.Д. Мухи «19» июля 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Н.В. Беседин

## Предисловие

В земледелии важнейшей задачей является повышение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, дальнейший рост производства зерна, кормов и другой продукции на основе применения зональных научно обоснованных систем ведения хозяйства. В выполнении этой задачи большое значение имеет эффективное и рентабельное использование удобрений, и прежде всего в севооборотах.

Под системой применения удобрений в хозяйстве следует понимать комплекс агротехнических и организационных мероприятий по использованию удобрений и химических мелиорантов в целях повышения урожая, почвенного плодородия и снижения себестоимости получаемой продукции.

**Цель курсовой работы** - приобретение теоретических и практических знаний для планирования системы применения удобрений в севооборотах и других угодьях в соответствии с конкретными почвенно – климатическими условиями, биологическими особенностями возделываемых культур и свойствами минеральных и органических удобрений, углубить знания студентов по актуальным проблемам агрохимии; развить умение самостоятельно критически читать научную литературу и анализировать современный опыт; сформировать у студентов исследовательские умения и навыки самостоятельной обработки учебно-методических материалов и их практической реализации; мотивировать их к самостоятельному научному поиску. Этот вид деятельности дает возможность выявить способность студента самостоятельно осмыслить проблему, творчески и критически ее изучить, умение выбрать, систематизировать и проанализировать научную литературу; способность применять полученные знания на практике; сформировать выводы, предложения, возможно, рекомендации по предмету исследования. Материалы курсовой работы могут быть использованы для дальнейшей исследовательской работы - написание дипломного или магистерского проекта.

Курсовая работа выполняется с учетом следующих компетенций:  
ОПК -способностью распознавать основные типы и разновидности почв, обосновать направления их использования в земледелии и приемы воспроизводства их плодородия

ПК- 14 - способностью рассчитать дозы органических и минеральных удобрений на планируемый урожай, определить способ и технологию их внесения под сельскохозяйственные культуры

Исходные данные для составления курсового проекта студенты берут в конкретном хозяйстве (в отдельных случаях получают на кафедре

почвоведения общего земледелия и растениеводства имени проф. В. Д. Мухи), студенты – заочники – в хозяйстве, в котором работают или же в хозяйстве, в котором они проходили производственную практику.

При выполнении курсового проекта следует пользоваться специальными тетрадями (бланками), данными методическими указаниями, местными рекомендациями по применению удобрений, специальной литературой и справочниками.

### **Перечень исходных данных для составления курсовой работы**

1. Копии агрохимических картограмм по содержанию в почве подвижных форм фосфора, калия, азота и по кислотности почв.
2. Земельные угодья хозяйства. Севообороты и ротационные таблицы к ним, фактическое размещение культур по полям в текущем и будущем году.
3. Направление и специализация хозяйства.
4. План посева и план урожайности сельскохозяйственных культур (фактической за прошлый год, плановой - на два ближайших года).
5. План развития общественного животноводства на два ближайших года.
6. Обеспеченность хозяйства машинами для внесения органических и минеральных удобрений, складами для хранения минеральных удобрений, навозохранищами.
7. Агрохимическая характеристика почв по каждому полю севооборота, бонитеты почв, рекомендуемые нормы удобрений под сельскохозяйственные культуры в зависимости от предшественника и генетического типа почв, поправочные коэффициенты к средним нормам удобрений (по данным книги химизации полей или рекомендаций по рациональному применению удобрений в хозяйстве).
8. Климатические условия хозяйства.
9. Закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию.
10. Количество удобрений, применяемых в хозяйстве за последние два года. Их ассортимент и структура.

### **Порядок работы при написании курсовой работы**

1. При наличии в хозяйстве кислых или солонцовых почв составляется план их химической мелиорации.

2. Определяется возможный выход навоза и других органических удобрений в хозяйстве.

3. Разрабатывается план распределения органических удобрений между севооборотами и другими угодьями.

4. Проектируется размещение минеральных удобрений в севооборотах и других угодьях и определяются дозы, способы и техника внесения, с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных растений, уровня планируемых урожаев и показателей почвенного покрова в севооборотах.

5. Разрабатываются годовые планы применения удобрений с учетом особенностей отдельных полей.

6. Составляется баланс питательных элементов по данным их выноса растениями, поступления с удобрениями и в результате биологической фиксации азота.

7. Определяется экономическая эффективность проекта системы удобрения для каждого поля, севооборота и в целом для хозяйства.

## **1. Общие сведения о хозяйстве.**

Проектирование системы применения удобрений начинается с изучения природных условий места расположения хозяйства и уровня его экономического развития. От этого будет зависеть качество, достоверность и эффективность проекта.

Необходимые сведения лучше собирать непосредственно на месте — в хозяйстве, в районных и областных управлениях, станции агрохимической службы, а также использовать знания и опыт главных специалистов и тружеников села.

В первую очередь необходимо изучить место расположения хозяйства, общую площадь землепользования. Особое внимание уделяют изучению на территории хозяйства или в непосредственной близости от него месторождений известковых материалов, залежей торфа и наличия в хозяйстве складов для минеральных удобрений и для хранения жидких минеральных удобрений (аммиачной воды, аммиакатов, жидкого аммиака, навозохранилищ).

Необходимо уяснить, какую площадь занимает каждый севооборот хозяйства и другие земельные угодья (таблица 1.1).

Количество удобрений в физическом весе и в действующем веществе за последние 2 года берут из соответствующих разделов готовых отчетов.

Характеристику климатических условий места расположения хозяйства (табл. 1.3) необходимо взять на ближайшей агрометеостанции или используя соответствующую литературу [1,2]. Используя данные климатических условий, можно рассчитать потенциальную и реально возможную урожайность с.-х культур [3] для сравнения с фактической урожайностью в условиях хозяйства, что особенно важно для магистерской диссертации. Для правильного использования рекомендаций по применению удобрений необходимо обозначить зону расположения хозяйства [4,5].

На основании ежегодных отчетов заполняют таблицу 1.4 и рассчитывают среднюю урожайность с.-х. культур в хозяйстве за 3-5 последних лет. Особое внимание уделяют выяснению причин колебания урожайности культур: в зависимости от погодных условий, количества использованных удобрений (таб. 1.2) или от других факторов и условий.

В разделе 1.5 необходимо изучить схемы севооборотов используемые

в хозяйстве и ротационные таблицы. Особенно уточняют фактическое размещение культур по полям севооборота на год составление разработанной системы применения удобрений.

Используя почвенный план, книгу химизации, агрохимические картограммы дают агрохимическую характеристику почв каждого поля севооборотов и других земельных угодий хозяйства (табл. 1.6) по содержанию подвижных форм фосфора и калия, кислотности почв, а при наличии соответствующих картограмм — содержание гумуса, азота и микроэлементов. В таблице необходимо указать площадь каждой почвы поля и площадь почв с одинаковой обеспеченностью доступными элементами питания. Для каждого поля севооборота и хозяйства в целом рассчитывают сумму площадей почв с очень низкой, низкой, средней, повышенной, высокой и очень высокой обеспеченностью элементами питания.

В таблице 1.7 для каждого поля севооборотов также указывают все почвы, которые образуют почвенный покров рассчитывают бонитеты почв для основных с.-х. культур [4].

Используя расчеты, которые были проведены в табл. 1.6 заполняют табл. 1.8.1., образуя удельный вес площадей почв с.-х. угодий каждой группы обеспеченности к общей площади угодий.

В разделе 1.8 сравнивая агрохимические показатели почв хозяйства с оптимальными показателями почв для выращивания основных с.-х. культур [6], дают общие рекомендации по использованию приемов химизации для поддержания и повышения уровня почвенного плодородия, в том числе и по применению минеральных удобрений [7].

В отдельных районах Центрального Черноземья с.-х. производство осуществляется в условиях загрязнения почв. Изучив литературу [8,9], необходимо рекомендовать способы, связанные с системой применения удобрений, по уменьшению радиационного загрязнения продукции.

Проектирование СПУ требует знаний уровня развития животноводства в хозяйстве. Необходимо уяснить, как содержатся животные, какие материалы используются в качестве подстилки, а в таблице 1.9 записать количество животных по видам и возрастным группам на год предшествующий году разработки СПУ и на год ее применения.

Кроме вышесказанного, необходимо владеть информацией о возможности проведения экспрес-анализов почв и растений, наличия с.-х. машин для внесения разных видов удобрений.

## 2. Рекомендованные оптимальные нормы внесения органических и минеральных удобрений под отдельные с.-х. культуры.

Для разработки СПУ в севооборотах (табл 4.2.1, 4.2.2) необходимо установить нормы и соотношения удобрений на отдельные культуры, учитывая потребность растений, естественное плодородие почв, удобрения предшественников.

Основой для планирования СПУ, оптимальных доз и соотношений питательных элементов под с.-х. культуры являются полевые опыты. Полевые опыты с удобрениями проводят в разных почвенно — климатических зонах научно исследовательскими учреждениями. В России это ВИУА, ВИЗР, ВНИИ ЗПЭ, ВНИИ АПП, областные научно-исследовательские станции, вузы и др. учреждения.

На основе обобщения результатов исследований разрабатывают рекомендации по использованию под отдельные культуры и в севооборотах видов, доз и форм удобрений, способов внесения их на разных почвах и в разных климатических зонах. Поэтому в этом разделе следует привести рекомендованные и оптимальные нормы внесения органических и минеральных удобрений под отдельные с.-х. культуры также в севооборотах.

Нормы органических и минеральных удобрений приведены в «Рекомендациях рационального использования удобрений в хозяйстве» составлены по результатам агрохимического обследования почв ПИИСХ.

Приводим пример таких рекомендаций из «книги химизации», которые выдавались хозяйством Курской области САС «Рыльская» и «Курская» (табл.1).

Таблица 1. Оптимальные нормы удобрений для основного внесения под с.-х. культуры в лесостепном агропочвенном районе.

Культура	Предшественники	Почвы							
		Серые лесные				Чернозем типичный			
		навоз	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	навоз	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озимая	По чистому и зан. пару	30				30			
Озимая пшеница	По удобрен. навозом		60	60	60		50	50	50
Сахарная свекла	По удобрен. навозом оз. пш.		140	120	150		120	120	130
	По удобрен. навозом оз. пш.	30	90	70	70	30	80	70	80
Кукуруза на зерно	В среднем	30	55	40	50	25	40	40	40
Яровые зерновые	В среднем	60	40	40			40	40	40

Подсолнечник	В среднем	40	40	,60			40	40	50
--------------	-----------	----	----	-----	--	--	----	----	----

Если таких рекомендаций в хозяйстве нет, то их можно взять из справочников [25-29]

Пример рекомендаций по применению удобрений под отдельные с.-х. культуры в зоне Лесостепи из «Справочника по удобрению с.-х. культур»

*Удобрения озимой пшеницы.* Средняя норма минеральных удобрений под озимую пшеницу после разных предшественников на черноземных почвах по занятым парам составляет  $N_{60-90} P_{40-60} K_{40}$ , кукурузы ВМС —  $N_{90-120} P_{40-60} K_{40}$ ; на черноземах и темно-серых лесных почвах после занятых паров  $N_{90-120} P_{40-60} K_{40}$ , кукуруза ВМС —  $N_{90-120} P_{40-60} K_{40}$  стерневых предшественников  $N_{90-120} P_{60} K_{40-60}$

*Удобрения кукурузы.* При выращивании кукурузы по интенсивной технологии на черноземах типичных вносят  $N_{60-90} P_{60} K_{60}$ , черноземах и темно-серых лесных почвах  $N_{60-90} P_{60-90} K_{60}$ , серых лесных почвах  $N_{90-120} P_{60} K_{60-90}$ .

Для получения урожая зерна 650 норы минеральных удобрений на черноземах типичных увеличивают до  $N_{90-120} P_{90} K_{90-180}$ , на черноземах и темно-серых лесных почвах  $N_{90-120} P_{90} K_{120-150}$ , серых лесных почвах  $N_{120} P_{90} K_{150-200}$ . На фоне навоза норму фосфорно-калийных удобрений уменьшают на 20-30%.

Правильно распределить удобрения в типовых севооборотах помогут также ориентировочные схемы, которые приводятся в вышесказанных литературных источниках и местных рекомендациях.

Приводим фрагмент таких рекомендаций (табл. 2)

Таблица 2-Примерная схема распределения удобрений в полевом севообороте на черноземах типичных Центрального Черноземья

Культура	Основное удобрение				Припосевное				Подкормка			
	навоз	N	P	K	навоз	N	P	K	навоз	N	P	K
	кг/га				кг/га				кг/га			
Чистый пар	25											
Озимая пшеница							10		30			
Сахарная свекла		120	120	120	10	15	10					
Горох						10						

### 3. Накопление и распределение органических удобрений



### 3.1 Расчет выхода навоза

В настоящее время в с.-х. используют в основном такие виды органических удобрений: навоз и навозную жижу, птичий помет, зеленые удобрения. В меньшей мере используют как органические удобрения разные хозяйственные отходы органического происхождения, отходы пищевой промышленности, мясной, рыбной, пивоваренной и винодельческой промышленности, осадки сточных вод, мусор и др.

Для достижения бездефицитного баланса гумуса в почвах Центрального Черноземья необходимо ежегодно вносить такое количество органических удобрений, чтобы в расчете на 1 га пахотных земель его приходилось в зависимости от типа почвы 10 — 12 т/га. Этот показатель насыщенности должен служить ориентиром при расчете общей потребности в накоплении органических удобрений в конкретном хозяйстве. Для этого необходимо общий показатель насыщенности органическими удобрениями (т/га) перемножить на общую площадь пахотных земель в хозяйстве (га).

Расчеты возможного или реального накопления или выхода навоза проводятся согласно таблице 3.1, где в первую графу необходимо переписать из таблицы 1.9 на плановый год виды и возрастные группы животных, которые имеются в хозяйстве. В другой графе показать количество этого поголовья, а в третьей – выход навоза за год на одну голову в «тоннах», который можно найти в агрохимических справочниках.

Например, для Курской области, при стойловом периоде для КРС в 180— 200 суток, приблизительный выход подстилочного навоза от 1 головы животных и птиц составляет (в тоннах):

коровы — 7-9, молодняк КРС до 1 года — 2-2,5; от 1 до 2 лет — 3-4; от 2 до 3 лет — 4-5; лошади рабочие — 5-6, молодняк лошадей до 1 года — 5,5-2; от 1 до 2 лет — 4-5, свиньи — 1,5; овцы — 0,6-0,7; куры — 6; утки — 8; гуси — 1 кг.

Выход навоза можно рассчитать аналогично или в расчете на 1 условную голову: КРС — 55 кг/сутки; свиньи — 50 кг/сутки (одна условная голова = 500 кг живого веса)

Выход навоза за год (т) от каждого вида и возрастной группы животных рассчитывается путем перемножения количества поголовья на нормативный годовой выход навоза от одной головы и записывается в четвертую графу, а общий выход навоза от всех видов и возрастных групп рассчитывается как сумма всех показателей по четвертой графе табл. 3.1

Выход навозной жижи рассчитывается двумя методиками. Первая: путем перемножения нормативного выхода жижи с одной головы на все поголовье по каждому виду и возрастной группе животных. Вторая методика базируется на том, что жижа образуется в период хранения навоза и количество ее приблизительно 10-15% от общего количества накопленного свиного подстилочного навоза.

### 3.2 Потеря навоза при хранении

Потери навоза при хранении ( таблица 3.2)зависят от периода и способов хранения подстилочного навоза. При рыхлом способе укладки навоза в буртах с аэробными условиями и интенсивным разложением органического вещества, способ хранения называют горячим.

При таком способе укладки хорошо увлажненного навоза, когда в буртах или навозохранилищах создаются анаэробные условия и разложение органического вещества замедляется при низких температурах, то этот способ хранения называется холодным.

Существует способ хранения навоза — горячепрессованный. Это когда через 3-4 дня хранения его в рыхлом аэробном состоянии, при достижении температуры 60-70<sup>0</sup> С, его уплотняют катками.

Через 3-4 месяца хранения навоза плотным способом он переходит в полуперепревшее состояние. Потери органического вещества за этот период в зависимости от хранения и вида подстилки (по данным составляют следующие величины, % [2].

Способ хранения	Виды подстилки	
	солома	Торф
горячий	33	40
горячепрессованный	25	33
холодный	12	7

Пользуясь этими справочными материалами легко рассчитать возможные потери навоза, например при наиболее эффективном способе хранения.

Если накопление навоза в хозяйстве составило 10000т на соломенной подстилке, тогда потери будут равняться 1200т  $((1000 * 12)/100)$ . Таким образом выход навоза с учетом затрат при хранении равняется 8800т (если принять их общую площадь в нашем примере в 2000га) будет равняться 4,4т/га  $(8800:2000)$ . Если наше хозяйство находится в лесостепной зоне, то мы видим, что насыщенность навозом фактическая (4,4т/га) на много меньше от рекомендованной (12-13т/га), а поэтому необходимо предусмотреть приготовление компостов, в зависимости от возможностей хозяйства, в таких количествах, чтобы как можно ближе подойти к рекомендованной насыщенности органическими удобрениями.

Побочная продукция с.-х. культур также может быть использована как органическое удобрение. При уборке урожая зерновых культур солому измельчают и запахивают. Чтобы не допустить иммобилизации азота почвы, необходимо внести дополнительное количество азота минеральных удобрений из расчета 8-12 кг на каждую тонну соломы

### 3.3 Приготовление компостов

После расчетов возможного накопления навоза (как подстилочного, так и жидкого безподстилочного) с учетом потерь органического вещества при хранении и накоплении навозной жижи, необходимо решить вопрос о целесообразности и необходимости увеличения приготовления органических удобрений путем приготовления в хозяйстве компостов. В оптимальных условиях количество органических удобрений должно обеспечить бездефицитный баланс гумуса в почве.

Если же количество навоза в хозяйстве не обеспечивает бездефицитный баланс гумуса, тогда необходимо запрограммировать увеличение накопления органических удобрений приготовлением компостов. Компостирование – это биотермический процесс минерализации и гумификации органических веществ, который проходит в аэробных условиях под влиянием микроорганизмов, в основном теплолюбивых (термофильных).

Для юго-западной территории Курской области, где на территории хозяйства имеются залежи торфа, целесообразно планировать приготовление торфяных компостов с навозом, в это время труднодоступные органические вещества переходят в легкоусвояемые формы при аэробных условиях и достаточной влажности, и оптимальной температуре.

Торфонавозные компосты готовят зимой при соотношении навоза к торфу как 1:1, а летом это соотношение может быть 1:3-4. В компост рекомендуется добавлять фосфоритную муку (2-3% от массы компоста).

Для тех условий, где нет залежей торфа, приготовление компостов базируется главным образом на старой соломе и земле, с одной стороны и навозе, жиже, фекалиях с другой стороны. Жидкий навоз и навозную жижу можно использовать для приготовления компостов из старой соломы. Для этого стог старой соломы обваловывается землей 1,5-2 метра шириной, а сверху в нем пробиваются отверстия (дрены) через 1-1,5 метра с помощью специального стального штыря, смонтированного на стреле погрузчика ПЕ - 0,8. На 1 т соломы в отверстия закачивают от 2,5 до 4 т жидкого навоза. Соотношение в таком компосте между соломой, навозом и землей составляет 1:3:0,1.

Из безподстилочного полужидкого навоза, а также птичьего помета готовят компосты с соломой. Для этого на выбранной площадке укладывают слой измельченной соломы не менее 30 см и на нее укладывают такой же слой навоза или птичьего помета. Потом снова очередной слой соломы и навоза. Перемешивание слоев соломы и навоза и формирование штабелей проводится бульдозером без уплотнения. Высота штабеля 1,5-2 метра, ширина 3-4 метра.

Через 3-4 месяца такой компост готовят к внесению. При недостатке соломы готовят навозо-земляные компосты. Для этого на 1 т полужидкого навоза требуется 200-300кг земли или ила из пересохших озер и

водохранилищ. Если навоз подстилочный, то в бурт добавляют 10-15% хорошо гумусированной почвы. Ил водоемов может использоваться как удобрение, т.к. в нем содержится 2,5-5,2% гумуса, 0,28-0,37 N; 0,12-0,19 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; и 0,57-1,46% K<sub>2</sub>O общих форм. Он может быть хорошим компонентом для компостирования с безподстилочным навозом и птичьим пометом в равных соотношениях.

Метод компостирования соломы старых стогов и с жидким навозом предусматривает соотношение солома-навоз-земля как 1:2,5-3:0,1. Для нашего примера можно приготовить навозоземляных компостов в количестве 10120 т (8800 т навоза+ 15% земли, т.е. 1320т), использовать жидкий навоз (10% от накопленного навоза, т.е. 1320 т ) для приготовления соломо-жижевого компоста с землей в количестве 1540 т (400 т соломы + 1000 т навозной жижи + 140 т земли). Таким образом, в нашем примере общее количество органических удобрений составит 11660 т (10120 т навозо-земляного компоста + 1540 т соломо-жижевого). Насыщенность органическими удобрениями пахотных земель в среднем по хозяйству будет равняться 5,8 т/га, т.е. для наших конкретных условий за счет приготовления компостов, нам удалось повысить этот показатель на 1,4 т/га (5,8 т/га – 4,4 т/га).

### **3.4 Расчеты по использованию удобрений в парниках и теплицах**

Много овощных культур выращивают рассадой, в парниках или в теплицах. Площадь теплиц или парниковых рам, необходимых для получения определенного количества рассады определяют делением суммарного количества всех растений данной овощной культуры на выход рассады из 1 м<sup>2</sup> теплицы или одной парниковой рамы. Второй более простой метод решения этого вопроса сводится к делению площади данной овощной культуры (га) на число парниковых рам или площадь теплиц, необходимых для обеспечения рассадой 1 гектара площади овощных культур.

Для обеспечения 1 га ранней капусты рассадой нужно 130 парниковых рам или 195 м<sup>2</sup> теплиц, средней капусты - соответственно 90 и 135, томатов - 110 и 165, перца - 145 и 220, огурцов - 185 и 280.

Для обогрева парников необходимо биотопливо, для чего чаще всего используется навоз в количестве 0,35 -0,91 т в одну раму. Умножив это количество навоза на общее количество парниковых рам, находят ту массу органики, которая нужна для парников. Навоз в дозах 200-250 т/га используют и как удобрение для теплиц.

Рассаду в парниках два-три раза подкармливают минеральными удобрениями: 5-6 л воды на одну парниковую раму; в 100 л воды растворяется 17-30 г азота (д.р.), 15-20 г фосфора, 10-14 г калия.

С этой целью используют простые удобрения - аммиачную селитру, суперфосфат, калимагнезию и комплексные - кристаллины и другие. Для питания рассады на 1 га теплиц в год вносят: аммиачной селитры - 3,3 ц,

суперфосфата - 11ц, калимагнезии 9,3ц, калийной селитры - 0,5 ц, сульфата аммония -1,1 ц.

### **3.5 План распределения органических удобрений.**

После того как Вы удостоверились, что все резервы дальнейшего увеличения накопления органических удобрений в конкретных условиях данного хозяйства окончательно исчерпаны, необходимо приступить к распределению органических удобрений между севооборотами и другими угодьями хозяйства.

В том случае, когда фактическая насыщенность органическими удобрениями значительно ниже необходимой придется частично ограничить использование этих удобрений, не планируя их внесение например на лугах и пастбищах.

При распределении органических удобрений следует предусмотреть первоочередную обеспеченность ими в необходимых (рекомендованных) количествах их использования в парниках и теплицах как биотопливо, а также внесение их в рекомендованных количествах в овощных севооборотах и в садах.

Когда нет возможности обеспечить все севообороты необходимым количеством органических удобрений, необходимо руководствоваться некоторыми приоритетами.

С экономической точки зрения органические удобрения, кроме навоза необходимо вносить в кормовых прифермских севооборотах, которые близко расположены от места накопления органических удобрений, где затраты на их транспортирование в поле будут минимальными.

Одной из задач СПУ является повышение плодородия почвы. Поэтому при невысокой насыщенности органическими удобрениями встает задача минимализировать снижение плодородия почвы. Естественно, при невысокой насыщенности органическими удобрениями возникает дефицит баланса гумуса. В почвах полевых или овощных севооборотов с двумя, тремя полями многолетних трав – баланс уравновешенный. Поэтому при распределении органических удобрений между севооборотами хозяйства следует руководствоваться расчетами баланса гумуса. Это касается только полевых, кормовых и почвозащитных севооборотов.

Следует также предусмотреть, что при распределении органических удобрений, нормы их внесения на удобренных полях не должны быть меньше 20 т/га, минимальные градации норм 5т/га (т.е. 20, 25, 30 и т.д.). Разница между накоплением органических удобрений и их распределением в условиях среднего хозяйства (2000-3000 га пахотных земель) не должна превышать 200 т. Это общие принципы распределения органических удобрений, которыми необходимо руководствоваться.

Если как пример, взять хозяйство с общей площадью пахотных земель в 2000 га, в котором имеется 2 полевых севооборота, первый

десятипольный общей площадью 900 га и второй восьмипольный общей площадью 680 га, один почвозащитный пятипольный севооборот площадью 200 га, один кормовой пятипольный севооборот площадью 175 га и овощной шестипольный севооборот 45 га, кроме того есть сад, площадь которого 24 га.

Имея эти выходные данные, можно заполнить первые три графы таблицы 3.5 и рассчитать средний размер поля, га. Дальнейшее заполнение граф этой таблицы возможно после проведения всех расчетов на отдельных черновиках, потому что процесс подбора необходимых норм органических удобрений «т/га» и количество полей, которые удобряются органическими удобрениями необходимо рассчитывать эмпирическим методом, т.е. многоразового подбора, поэтому этот расчет лучше выполнять карандашом на отдельных листах.

Если имеется овощной севооборот, то расчеты по распределению удобрений необходимо начинать с выделения необходимого количества их для биообогрева парников и теплиц.

Расчеты необходимого количества парниковых рам или теплиц описаны в разделе «Удобрения в парниках и теплицах». В нашем примере в хозяйстве имеется 600 парниковых рам, для обогрева каждой из них требуется 0,5 тонны навоза. Общая потребность в органических удобрениях для парников или теплиц даны в таблице 3.4 и проводятся они без всяких ограничений, строго с рекомендациями.

Дальнейшее распределение органических удобрений для таблицы 3.5 проводится в следующей последовательности:

1. Без всяких ограничений в соответствии с общими научно-обоснованными рекомендациями выделяются органические удобрения для овощного севооборота и для сада.

В соответствии с рекомендациями органические удобрения в саду необходимо вносить один раз в четыре года в дозе 30 т/га, т.е. ежегодно необходимо вносить на  $\frac{1}{4}$  часть сада, для этого необходимо 180 т органических удобрений. (30 т \* 6 га)

2. Для овощного севооборота минимальная насыщенность органическими удобрениями должна быть более 11т/га. В нашем условном овощном севообороте рекомендуется удобрить органикой как минимум два поля, где выращивают лук и огурцы по 30 и 40 т/га. Если средний размер поля в этом севообороте 7,5 га (45 га:6 полей), количество полей удобряемых – два, норма органических удобрений – 35 т/га  $/(30 + 40) : 2/$  то общая потребность в органических удобрениях для этого севооборота будет равна 525 т (35\*2\*7,5)

3. Перед тем как переходить к распределению органических удобрений между всеми другими севооборотами целесообразно посчитать, сколько осталось органических удобрений для остальных севооборотов и какова средняя насыщенность на оставшуюся площадь.

В приведенном примере всего накоплено 11600 т органических удобрений. Из них использовано для парников – 300 т, для овощного севооборота – 525 т и для сада – 180 т. Осталось 10595 т ( $11600 - 300 - 525 - 180$ ). Средняя насыщенность – 5,4 т/га ( $10595:1955$ ).

Если в почвозащитном севообороте имеются многолетние травы, то внесение органических удобрений в нем не планируют. Поэтому 10595 т навоза распределяют на 1755 га (площадь первого и второго полевых севооборотов и кормового севооборота). Средняя насыщенность органикой в данном случае составляет 6,04 т/га, т.е. 6,0 т/га. Для первого полевого севооборота выделяют  $900 \text{ га} \cdot 6,0 \text{ т} = 5400 \text{ т}$ . Средний размер поля в севообороте 90 га. Если всю органику разместить на одном поле, норма внесения составит  $5400 \text{ т} : 590 \text{ га} = 60 \text{ т}$ . Это количество органики необходимо внести на два поля севооборота, т.к. рекомендованные дозы навоза для нашей зоны – 25 – 35 т/га. Таким образом, в первом полевом севообороте удобряют два поля из десяти, доза внесения навоза на каждом поле по 30 т/га.

Для второго севооборота выделяют 4080 т ( $680 \text{ га} \cdot 6 \text{ т}$ ). Средняя площадь поля 85 га, поэтому норма удобрений составляет  $4080 \text{ т} : 85 \text{ га} = 48 \text{ т}$ . Эту норму необходимо внести на два поля севооборота по 25 т/га.

Для внесения в кормовом севообороте осталось  $10595 - 5400 - 4080 = 1115 \text{ т}$ , поэтому норма внесения составляет  $1115 \text{ т} : 35 \text{ га} = 32 \text{ т}$ , что позволяет удобрить одно поле севообороте в дозе 30 т/га.

Предложенный пример распределения органических удобрений может иметь и другие варианты. Это зависит от конкретных условий хозяйства, его специализации, экологического состояния приоритетов в с-х деятельности на отдельной территории. Главное при этом необходимо учитывать агрономическую и экономическую целесообразность.

## **4 Проектирование системы применения удобрений.**

### **4.1 Планирование приемов химической мелиорации почв.**

**(табл 4.2.14-4.2.2)**

Кислые и щелочные почвы занимают значительные площади в составе с-х угодий России. В поглощающем комплексе кислых почв содержится много ионов водорода и алюминия, а в щелочных – натрия при наличии в почвенном растворе соды, хлоридов, сульфатов. В связи с этим значительно ухудшаются почвенные физические, физико-химические, биологические и агрохимические свойства. Для коренного улучшения кислых и щелочных почв применяются способы химической мелиорации, которые изменяют состав обменных катионов. На кислых почвах с этой целью вносят известь ( $\text{CaCO}_3$ ), а на щелочных – гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Проектирование способов химической мелиорации начинают при наличии необходимых материалов относительно распределения в хозяйстве кислых или щелочных почв, их генетического типа, уровня кислотности или щелочности, площади и время последнего внесения извести или гипса. Если время проведения известкования или гипсования не зафиксировано, тогда руководствуются тем, что химическая мелиорация не проводилась вообще.

Главным документом, который используется для расчета норм внесения извести и его общего количества является агрохимическая картограмма кислотности почв хозяйства. В этой картограмме приведены данные по уровню обменной кислотности почв и площади кислых почв относительно каждого поля севооборота. Необходимость и норму известкования, которое проводится один раз в 4-5 лет, устанавливают в зависимости от величины рН КСІ и гранулометрического состава почвы (прил. 17).

Если для почв хозяйства имеются данные относительно уровня гидролитической кислотности (Нг мг-экв Н... на 100 г почвы), то этот показатель также можно использовать для расчета норм  $\text{CaCO}_3$ , руководствуясь формулой:

$$\text{CaCO}_3 \text{ т/га} = \text{Нг} * 1,5;$$

$\text{CaCO}_3$  т/га – норма извести на 1 т/га; Нг – гидролитическая кислотность почвы в мг-экв Н на 100 г почвы; 1,5 – коэффициент, рассчитанный исходя из количества  $\text{CaCO}_3$  тонн необходимого для нейтрализации 1 мг-экв Н в исходном слое почвы на площади 1 га.

Важное значение, при выборе места внесения извести в севообороте имеет реакция с-х культур на известкование почвы, которая зависит в свою очередь от оптимальной реакции среды для того или иного растения. Не рекомендуется вносить известь непосредственно под сахарную свеклу, картофель, лен. Эти культуры лучше реагируют на последствия известковых материалов. В тоже время люцерна, эспарцет, капуста, кукуруза, ячмень, озимая пшеница, горох, вика, соя, подсолнечник, овес, рожь, гречиха максимально увеличивают урожай при известковании в связи с физиологическими особенностями. Позитивное действие извести на продуктивность севооборота сохраняется минимум 4 года после непосредственного внесения  $\text{CaCO}_3$  в почву.

Для проведения мероприятий по гипсованию солонцеватых почв и солонцов, необходимо иметь данные по их площади, и расположения, относительно полей севооборота. Нормы гипсования для солонцеватых почв устанавливают в пределах 2-3 т/га, для солонцов увеличивают до 5-6 т/га  $\text{CaSO}_4 * 2\text{H}_2\text{O}$ .



Кроме того, норму гипса можно рассчитать, руководствуясь формулой 1.1 Антипова-Каратаева. Проводится известкование один раз в 3-4 года. При расчете норм известкового или гипсосодержащего материала необходимо иметь в виду содержание в нем действующего вещества – чистого  $\text{CaCO}_3$  или  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

#### **4.2 Проектирование системы удобрения в севооборотах (табл.4.2.1 и 4.2.2).**

Система удобрения в севообороте – это многолетний план применения удобрений с учетом плодородия почвы, биологических особенностей растений, состава и свойств удобрений.

Система удобрений имеет цель – наиболее эффективное использование удобрений, получение запланированных урожаев и повышения плодородия почвы. Главная задача системы – наиболее полно удовлетворить потребность растений в элементах питания и обеспечить ежегодное получение высоких урожаев с-х культур хорошего качества.

Многолетние опыты показывают, что наиболее эффективной системой удобрения в севооборотах есть органо-минеральная, которая предусматривает совместное внесение органических и минеральных удобрений. Органические удобрения размещают в двух-трех полях под чистыми парами и пропашными культурами.

При проектировании системы удобрения в севообороте необходимо учитывать биологические и сортовые особенности культур, уровень запланированного урожая, окупаемость удобрений, способы обработки и плодородие почвы, фонды удобрений.

Перед тем как составлять систему удобрения, необходимо установить какие почвы преобладают в севообороте и для них, на основе рекомендаций агрохимслужбы или зональных рекомендаций (см. стр.11.12.) рассчитать нормы удобрений под сельскохозяйственные культуры.

Нормы внесения органических удобрений обуславливаются прежде всего размерами его производства в каждом хозяйстве, однако они не должны быть меньше 20-30 т/га и больше 60 т/га. Повышение норм навоза более 60 т/га может быть оправдано лишь на бедных песчаных почвах. Во всех зонах органические удобрения лучше вносить под зяблевую вспашку.

После размещения в севообороте органических удобрений планируют внесение минеральных удобрений, руководствуясь следующими принципами.

1. Минеральные удобрения в полевых севооборотах, прежде всего вносят под сахарную свеклу, озимую пшеницу, кукурузу на зерно и силос, картофель. Если в хозяйстве достаточное количество

- удобрений, их необходимо вносить под другие пропашные культуры, учитывая удобряемость предшественника.
2. Минеральные удобрения обеспечивают получение наибольших приростов урожая при внесении их под вспашку в виде основного удобрения. В зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения 70-80% годовой нормы минеральных удобрений необходимо запланировать в основное внесение под вспашку. В условиях достаточного увлажнения фосфорно-калийные удобрения лучше вносить под вспашку, а 60-70% азотных удобрений необходимо вносить весной под предпосевную культивацию зяби, остальные – в рядки и подкормку.
  3. Предусмотреть внесение во время сева фосфорные удобрения  $P_{10-15}$  (суперфосфат) или  $N_{10}P_{10}K_{10}$  (комплексные удобрения).
  4. Подкормку культур целесообразно проводить при недостаточном или неполном внесении основного удобрения. Подкармливать следует прежде всего азотными удобрениями озимую пшеницу и рожь, а в районах достаточного увлажнения сахарную свеклу, кукурузу и картофель.
  5. Если основное удобрение не было внесено под вспашку, его лучше внести весной локально-ленточным способом с помощью культиваторов растениепитателей или зернотуковых сеялок на глубину 6-8 см поперек или по диагонали направления будущего посева.

Приводим пример одного из возможных вариантов системы удобрения в полевом севообороте на черноземе лесостепной зоны Курской области (табл. 4.2.1.).

Составив систему удобрения в севооборотах, наводят насыщенность их органическими (т) и минеральными (кг д. в.) удобрениями на 1 га.

Насыщенность органическими удобрениями (для нашего примера) находят суммируя количество органических удобрений по полям севооборота и делением суммы на количество полей:  $(30+30) : 10 = 6$  т/га.

Насыщенность минеральными удобрениями также находят путем деления суммы каждого элемента на количество полей:

азотом  $(100+30+60+60+60+40+10+10+10+30+30+30+30):10 = 53$  кг/га;

фосфором  $(80+60+40+60+40+40+10+15+10+10+10+10+10) = 42$  кг/га

калием  $(100+40+60+60+40+40+10+10+10):10 = 35$ кг/га

#### **4.2.1 Система применения удобрений по рекомендациям в полевом севообороте на черноземе типичном**

культуры	Основное				Припосевное			подкормка		
	Орг. уд. т/га	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1.Пар чистый	30									
2.Оз.пшеница						10		60*		
3.Сах. свекла		100	80	100	10	15	10			
4.Горох					10 +ри	10 зото	10 рфин			
5.Оз. пшеница	30					10				
6.Кукуруза		30	60	40		10		30		
7.Яр. зерновые		60	40	40		10				
8.Кукуруза на силос		60	60	60	10	10	10	30*		
9.Оз. пшеница		60	40	40		10		30		
10.Подсолнечник		40	40	40		10				

\*Насыщенность 211 кг/га вт.ч. N 83 кг/га P 57 кг/га K 71 кг/га

\*\*в 2 приема по 30 кг/га – аммиачная вода

Насыщенность: с органическими удобрениями внесено: азота  $6 \text{ т} * 5 = 30 \text{ кг/га}$ , фосфора  $6 \text{ т} * 2,5 = 15 \text{ кг/га}$  и калия  $6*6 = 36 \text{ кг}$ .

Таким образом всего внесено с органическими и минеральными удобрениями 6 кг/га: азота  $53+30 = 83$ ; фосфора  $42+15 = 57$  и калия  $35+36=71$ .

При ограниченном количестве минеральных удобрений в хозяйстве составляют систему применения удобрений в севообороте по фактической насыщенности.

#### **4.2.2 Система применения удобрений по фактической их насыщенности.**

культуры	Основное				Припосевное			подкормка		
	Орг. уд. т/га	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1.Пар чистый	30									
2.Оз.пшеница						10		30		
3.Сах. свекла		80	50	50	10	15	10			
4.Горох					ризоторфин					
5.Оз. пшеница			30	40		10		30		
6.Кукуруза на зерно.	30					10		30		
7.Яр. зерновые										
8.Кукуруза на силос		60	30	40		10				
9.Оз. пшеница		30	30	30		10		30		
10.Подсолнечник					10	10	10			

Насыщенность органическими удобрениями 6 т/га (N30P15K36), минеральными – 71 кг/га д в вт.ч азотными – 31, фосфорными – 22 и калийными – 18.Вместе с органическими и минеральными удобрениями насыщенность севооборота составила 152 кг/га, в т.ч азотом – 61, фосфором – 37, калием – 54.

Следует иметь ввиду, что при использовании уменьшенных доз удобрений, целесообразно применять локальный способ их допосевого внесения строчками на глубину 8-10 см под озимую пшеницу, кукурузу, яровые зерновые и зернобобовые культуры.

#### 4.2.3 Система применения удобрений в садах

Главной целью садоводства является получение достаточного количества плодов с высоким пищевым и товарным качеством. Достижение ее возможно только при научно обоснованном применении удобрений. Отказ от последних вскоре приводит к периодичности плодоношения, частичной или полной потере качества плодов. В то же время следует помнить, что частое питания плодовых культур, особенно азотом, может вызвать замедление созревания плодов, повышение чувствительности к заболеваниям, изменения окраски, аромата, текстуры и консистенции мякоти плодов. Все это приводит к снижению их вкусового

качества и падения рыночной стоимости.

Прежде чем составлять систему применения удобрений в садах, следует четко представить те факторы, которые определяют виды, формы, сроки, дозы и способы внесения удобрений. Известно, что характер питания плодовых культур в значительной степени зависит от возраста и производительности насаждений. В своей жизни плодовые деревья проходят три основных этапа, которые существенно отличаются по своим требованиям к минеральному питанию: первый - от посадки до плодоношения; второй - период плодоношения; третий - стадия старения и постепенного затухания плодоношения. Первый период длится 3-4 года для косточковых и 6-8 лет для семечковых. Он характеризуется интенсивным ростом скелетных ветвей и корней. Потребность в элементах минерального питания в этот период очень большая и решается она главным образом за счет предпосадочного внесения удобрений. Как правило, в первые два года после закладки сада удобрения не вносят, в последующие - применяют азотные и раз в два-три года фосфорно-калийные удобрения. Второй период охватывает плодоношения сада. В этот период рост скелетных ветвей ослабляется, а вынос элементов питания идет главным образом из продукции. Основной задачей системы удобрения сада в этот период является оптимизация минерального питания плодовых культур. Ее осуществляют путем систематического внесения органических и минеральных удобрений. Последние применяют в качестве основного внесения и подкормки.

Наблюдения за балансом элементов питания в период полного плодоношения показывают, что отчуждение их с урожаем и обрезанными ветками достигает 49%, на опад приходится около 35%, в приросте замещается 20-25%. Более всего необходимо калия (около 60%), на втором месте идет азот, фосфор относится к наиболее "накапливаемым" элементам. Обобщение экспериментальных данных по балансу питательных веществ позволяет сделать вывод о том, что для формирования запланированных урожаев плодовых культур необходимо тратить калия в два-три раза больше, чем фосфора и в полтора - два раза больше, чем азота.

Признаками третьего периода являются: затухание плодоношения, массовое засыхание скелетных ветвей, появление сильнорослых побегов. В связи со снижением выноса питательных элементов дозы удобрений в этот период снижают до уровня, который будет достаточным для получения запланированных урожаев.

Следует отметить, что кроме возрастных наблюдаются сезонные ритмы в питании плодовых культур. Они связаны с фенологическими фазами развития деревьев: распускание почек, цветение, ростом побегов и др. В соответствии с последними выделяют два пика интенсивного поступления элементов питания в плод культуры: весной в период цветения и образования листового аппарата и осенью в период накопления пластических веществ и второй волны роста корней. Сезонную динамику в питании плодовых культур учитывают при определении сроков внесения

удобрений.

Конечно систему удобрения плодовых культур условно разделяют на систему удобрения саженцев и систему удобрения плодового сада. Выращиванием саженцев в Курской области занимаются два специализированных хозяйства. Промышленные сады есть во многих хозяйствах. В связи с этим главное внимание в курсовой работе предоставляется системе удобрения плодового сада. Она состоит из предпосадочного окультуривания почвы и системы удобрения плодовых насаждений.

Система предпосадочного окультуривания почвы зависит главным образом от свойств самой почвы. Что касается системы удобрения плодовых культур, то она определяется целым рядом факторов: видом, возрастом, плотностью и производительностью насаждений, обеспеченностью почв подвижными формами NPK, способом содержания междурядий и др.

На практике систему удобрения плодовых насаждений разрабатывают для каждого квартала отдельно. Все необходимые данные и расчеты записывают в специально карточках (приложение 32)

Заполнение карточек начинают с указания бригады, квартала и его площади. В левом верхнем углу размещают копию плана квартала. В правом углу указывают почвы, встречающиеся на территории квартала. В первой колонке указывают возрастные периоды насаждений, для которых состоит система удобрений. Во второй - проставляют года внесения удобрений. Далее указывают вид насаждений, их плотность, способ содержания междурядий, площадь рабочего участка и обеспеченность почв NPK. Это были, так сказать, выходные данные.

Составление системы удобрения сада начинают с определения дозы и времени внесения органических удобрений. Дозы минеральных удобрений устанавливают в зависимости от уровней обеспеченности почв NPK (приложение 18,19) и возрастных периодов плодовых насаждений. Формы удобрений подбирают в зависимости от грунтово-климатических условий и вида насаждений. В колонке "Сроки внесения удобрений" указывают время года и состояние нахождения плодовых культур, например, весной после опадения завязей. В зависимости от общей агротехники и способа содержания междурядий выбирают тот или иной способ внесения удобрений. Определение физического веса и общей потребности в удобрениях проводят по такой схеме, как и при разработке системы удобрения полевых культур.

#### **4.3 Расчетно – балансовые методы.**

Выполняя данную часть проекта, необходимо понимать, что план размещения удобрений в полях севооборота, составленный на основе рекомендаций по рациональному использованию удобрений, предусматривает применение оптимальных норм, способных в условиях конкретного хозяйства обеспечить наибольший прирост урожая на единицу действующего вещества.

Запланировать систему удобрений – для получения заданного урожая можно с помощью расчетных методов. При этом необходимо помнить, что уровень заданного урожая находится приблизительно.

Верхняя граница запланированного урожая не должна превышать того уровня, который получают научно-исследовательские учреждения в идентичных почвенно-климатических условиях на своих лучших агрофонах. Кроме того, максимально возможный урожай можно рассчитать математически.

#### **4.3.1 Расчет норм удобрений на запланированный урожай или его прибавку на основе выноса питательных веществ.**

Расчетные методы условно подразделяют на 2 группы:

1. Расчет норм удобрений на запланированный урожай (балансовые методы). 2. Расчет норм удобрений для получения запланированного приоритета урожая. Основу расчетных методов составляют показатели выноса питательных веществ с почвы и коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений.

В таб. 4.3.1. необходимо найти нормы удобрений для получения запланированного урожая по сравнению к среднему урожаю без удобрений. Средний урожай без удобрений находят по бонитету почвы или берут урожайность на контрольном варианте (чистый контроль). Из результатов опытов по изучению норм удобрений в подобных почвенно-климатических условиях.

Далее суть работы состоит в том, чтобы на показатели передней части таблицы дать правильные числовые ответы, некоторые из них находят в справочниках (прил. 1.3), а большую часть – методом простых расчетов.

В таблице 4.3.2 необходимо рассчитать нормы удобрений, для получения всего запрограммированного урожая. При этом следует иметь в виду, что потребности растений удовлетворяются: во-первых, за счёт запасов подвижных питательных веществ в пахотном слое почвы; во-вторых, за счет последствия и прямого действия органических и минеральных удобрений, а в некоторых случаях и действия остаточного азота после многолетних бобовых трав.

Для определения запасов подвижных форм какого-то питательного вещества в почве необходимо знать содержание его в мг на 1 кг почвы. Далее необходимо определить объем (V) пахотного слоя почвы по формуле  $V=h \times s$ , где h – глубина пахотного слоя, м; s – площадь одного м<sup>2</sup>/га. После этого следует рассчитать массу (M) пахотного слоя:  $M=V:d$ , где d–

объемная масса или плотность почвы, т/м<sup>3</sup>, полученный результат необходимо перевести в кг. Например: глубина пахотного слоя 0,2 м, плотность почвы – 1,2 т/м<sup>3</sup>, тогда  $V = 0,2 \text{ м} \times 10000 \text{ м}^2 = 2000 \text{ м}^3$ ;  $M = 2000 \text{ м}^3 \times 1,2 \text{ т/м}^3 = 2400 \text{ т}$  или 2400000 кг.

Если содержание подвижного фосфора по данным картограммы составляет 8 мг на 100 г почвы, что отвечает 80 мг на 1 кг, то легко найти запас его (X) во всем пахотном слое по такой пропорции:

$$x = \frac{80 \times 2400000}{1 \times 1000000}$$

1000000 – для перевода мг в кг

Для более быстрого расчета по определению запасов питательных веществ почве можно воспользоваться условными переводными коэффициентами, на которые умножаются содержание питательных веществ и получают результат – запас их в кг/га.

Если содержание питательных веществ выражено в мг на 100 г почвы, то этот коэффициент имеет вид:  $K = h \times d$ , K- переводной коэффициент, h – мощность пахотного слоя в см, d – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>, если содержание выражено в мг на кг, то  $K = h \times d \times 0,1$ .

Более сложно относительно запасов доступных форм азота, потому что методика составления картограмм по обеспеченности почв доступным азотом не разработана.

Можно рассчитать использование азота из почвы по элементу, который находится во втором минимуме после азота, это для большинства почв будет фосфор.

Например, запрограммировано получить урожай зерна озимой пшеницы 50 ц/га. Вынос азота на 1 ц составляет 3,2 кг, фосфора 1,1 (приложение 1). Почва имеет среднюю обеспеченность подвижным фосфором (8 мг на 100 г), запасы его в пахотном слое равняются 192 кг. При коэффициенте использования фосфора из почвы 9% (приложение 4) озимая пшеница усвоит его 17,3 кг, что обеспечит урожайность зерна на уровне 15,7 ц/га ( $17,3 : 1,1 = 15,7$ ). Этим урожаем будет использовано 50 кг азота из почвы ( $3,2 \text{ кг} \times 15,7 = 50,2$ ).

Разница между общим выносом азота (160 кг) запрограммированным урожаем пшеницы и использованием из почвы ( $160 - 50 = 110$ ) должна быть компенсирована за счет последствия внесенных органических удобрений под предшественник и применения органических и минеральных удобрений под плановую культуру.

Есть и другие пути определения запасов доступного азота в почве: использование информации по содержанию в ней минерального азота ( $\text{N}(\text{NO}_3^-) + \text{N}(\text{NH}_4^+)$ ), щелочногидролизуемого азота по методу Корнфилда, легкогидролизуемого – дисульфифеноловым методом.



Следует помнить, что наибольшая зависимость урожая от обеспеченности почвы минеральными формами азота.

#### **4.3.2 Метод расчета норм удобрений по нормативам затрат удобрений на единицу урожая.**

Метод приобрел широкую популярность в последние годы, что связано с простотой расчетов и наличием достаточной нормативной базы. Используется для расчетов потребности в удобрениях отдельных культур, севооборотов, хозяйств, районов, областей и в целом по стране.

В расчетах используются показатели: плановая урожайность культур, нормативные затраты удобрений для получения 1ц урожая, поправочные коэффициенты на содержание питательных веществ в почве, коэффициенты использования элементов питания из минеральных и органических удобрений.

Расчеты норм удобрений проводят для каждого поля севооборота отдельно.

Рассмотрим пример: необходимо рассчитать норму минеральных удобрений для первого поля севооборота короткой ротацией: черная кормовая пшеница – сахарная свекла – ячмень. Насыщенность навозом – 7,5 т/га. Планируется получить урожай озимой пшеницы 50 ц/га, сахарной свеклы – 350 ц/га, ячменя – 40 ц/га. Агрехимическая группа поля РпКп .

1. Рассчитывают нормы питательных веществ, удобрений, которые необходимо внести для получения запланированного урожая культур. Нормативы затрат удобрений на единицу урожая находят в таблице (приложением 5).

Нормы удобрений для озимой пшеницы:

$N - 50\text{ц/га} \times 2,8\text{кг} = 140\text{кг д.в}$

$P_2O_5 - 50\text{ц/га} \times 1,8\text{кг} = 90\text{кг д.в}$

$K_2O - 50\text{ц/га} \times 2,0\text{кг} = 100\text{кг д.в}$

Нормы удобрений для сахарной свеклы:

$N - 350\text{ц/га} \times 0,45\text{кг} = 158\text{кг д.в}$

$P_2O_5 - 350\text{ц/га} \times 0,35\text{кг} = 133\text{кг д.в}$

$K_2O - 350\text{ц/га} \times 0,46\text{кг} = 161\text{кг д.в}$

Нормы удобрений для ячменя:

$N - 40\text{ц/га} \times 2,1\text{кг} = 84\text{кг д.в}$

$P_2O_5 - 40\text{ц/га} \times 1,6\text{кг} = 64\text{кг д.в}$

$K_2O - 40\text{ц/га} \times 1,7\text{кг} = 68\text{кг д.в}$

2. Рассчитанные нормы питательных веществ удобрений уточняют, учитывая обеспеченность почвы поля подвижными элементами питания. Используют для такого уточнения уже известные поправочные коэффициенты (таблица 3)

Для озимой пшеницы:

$P_2O_5 - 90\text{кг д.в} \times 12 = 108\text{кг д.в}$

$K_2O - 100 \text{ кг д.в} \times 0,7 = 70 \text{ кг д.в}$

Для сахарной свеклы:

$P_2O_5 - 133 \text{ кг д.в} \times 1,5 = 200 \text{ кг д.в}$

$K_2O - 166 \text{ кг д.в} \times 0,8 = 133 \text{ кг д.в}$

Для ячменя:

$P_2O_5 - 64 \text{ кг д.в} \times 1,2 = 77 \text{ кг д.в}$

$K_2O - 68 \text{ кг д.в} \times 0,7 = 48 \text{ кг д.в}$

3. Находят количество элементов питания, которое растения могут усвоить из органических удобрений.

В нашем примере навоз планируется вносить под вспашку пара, поэтому озимая пшеница сможет усвоить в год действия навоза:

Азота –  $5 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,2 = 30 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $2,5 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,25 = 19 \text{ кг д.в}$

Калия –  $6 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,50 = 90 \text{ кг д.в}$

(5кг; 2,5кг; 6кг – содержание азота, фосфора и калия в 1 тонне навоза)

0,20; 0,25; 0,50 – коэффициенты использования питательных веществ из навоза в первый год (приложение 2,3)

Сахарная свекла может усвоить:

Азота –  $5 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,2 = 30 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $2,5 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,1 = 8 \text{ кг д.в}$

Калия –  $6 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,1 = 18 \text{ кг д.в}$

Ячмень усвоит из навоза:

Азота –  $5 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,1 = 15 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $2,5 \text{ кг} \times 30 \text{ т} \times 0,05 = 4 \text{ кг д.в}$

4. От рассчитанной нормы удобрений, уточненной с учетом обеспеченности питательными веществами, вычитают количество питательных веществ, которые растения могут усвоить из органических удобрений, находят норму питательных веществ под озимую пшеницу:

Азота –  $140 \text{ кг д.в} - 30 \text{ кг у.в} = 110 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $108 \text{ кг д.в} - 19 \text{ кг у.в} = 89 \text{ кг д.в}$

Калия –  $70 \text{ кг д.в} - 90 \text{ кг у.в} = 20 \text{ кг д.в}$

Расчеты показывают, что для обеспечения запланированного урожая озимой пшеницы в данных условиях необходимо внести N110P89. Потребность растений в калии будет удовлетворена за счет почвы и навоза.

Определяем нормы питательных веществ для сахарной свеклы. Вначале необходимо найти количество питательных веществ, которое сахарная свекла способна использовать из минеральных удобрений, внесенных под озимую пшеницу:

Азота –  $110 \text{ кг д.в} \times 0,05 = 6 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $89 \text{ кг д.в} \times 0,1 = 9 \text{ кг д.в}$

Где 0,5 и 0,1 – коэффициенты использования элементов питания из минеральных удобрений на второй год (приложение 2)

Найдем норму удобрений под сахарную свеклу:

Азота:  $158 \text{ кг у.в.} - 30 \text{ кг д.в (из навоза)} - 6 \text{ кг д.в (последствие минеральных удобрений)} = 122 \text{ кг д.в}$

Фосфора:  $200 \text{ кг у.в.} - 8 \text{ кг д.в (из навоза)} - 9 \text{ кг д.в (последствие минеральных удобрений)} = 183 \text{ кг д.в}$

Калия:  $133 \text{ кг д.в} - 18 \text{ кг д.в (из навоза)} = 115 \text{ кг д.в}$

Таким образом, под сахарную свеклу необходимо внести N122P183R115.

Количество питательных веществ, которые ячмень способен усвоить из минеральных удобрений, внесенных под сахарную свеклу:

Азота –  $122 \text{ кг д.в} \times 0,05 = 6 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $183 \text{ кг д.в} \times 0,1 = 18 \text{ кг д.в}$

Калия –  $115 \text{ кг д.в} \times 0,2 = 23 \text{ кг д.в}$

Найдем нормы удобрений под ячмень:

Азота –  $84 \text{ кг д.в} - 15 \text{ кг д.в (из навоза)} - 6 \text{ кг д.в (последствие минеральных удобрений)} = 63 \text{ кг д.в}$

Фосфора –  $77 \text{ кг д.в} - 4 \text{ кг д.в (из навоза)} - 18 \text{ кг д.в (последствие минеральных удобрений)} = 55 \text{ кг д.в}$

Калия –  $48 \text{ кг д.в} - 23 \text{ кг д.в (последствие минеральных удобрений)} = 25 \text{ кг д.в}$

Для обеспечения урожайности ячменя 40ц/га по данным условиям необходимо внести N63P55K25. Полученные промежуточные и конечные результаты заносят в соответствующие графы таблицы проекта.

Ни при одном из рассчитанных методов установления норм удобрений не учитывают снижения прибавки урожая и окупаемости единицы удобрений при увеличении их норм за пределы оптимальных, поэтому необходимо регламентировать уровень в первую очередь азотного минерального удобрения. Приведенные нормы азота (таблица приложений) являются обоснованными и экологически безопасными.

Следует помнить, что приведенные расчеты позволяют нам говорить только о необходимом количестве питательных веществ, которые мы обязаны внести под культуру севооборота для обеспечения запланированного урожая, установленные нормы удобрений являются только основой для проектирования внесения удобрений.

## **5. Ежегодные планы внесения удобрений.**

### **5.1 Составление планов внесения удобрений по полям севооборота.**

*Метод поправки средних доз минеральных удобрений основного внесения.*

Следует помнить, что при составлении системы удобрений в севооборот использовались так называемые средние рекомендованные нормы удобрений под культуры по основным типам и подтипам полей. В

границах отдельных полей, в зависимости от содержания подвижных элементов питания (данные агрохимической характеристики почв), средняя доза основного удобрения или увеличивается (при низком и очень низком содержании питательных веществ), или уменьшается (при повышенном, высоком и очень высоком содержании элементов питания). Дозы припосевного удобрения и подкормки, а также органические удобрения в границах одного хозяйства не дифференцируются, остаются такими же, как и в системе удобрений для севооборота.

Планы размещения удобрений выполняются на специальных бланках для каждого поля ежегодно.

Последовательность заполнения плана размещения удобрений:

1. Из данных таблицы 3 «Агрохимическая характеристика почв» определяют генетический тип почвы, который является составляющим (занимает наибольшую площадь) и записывают в верхнем правом углу карты.

2. Из агрохимических картограмм снимают копии полей с нанесенными границами агрохимических групп. Эти выкопировки размещают в левом верхнем углу карты. На выкопировках обозначают уровни обеспеченности элементами питания и площади, которые они занимают.

3. В графе «Агрохимическая группа» указывают обеспеченность почв элементами питания.

Удобно пользоваться такой символикой:

Рр-повышенный;

Рн-низкий;

Рон-очень низкий уровень содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;

Кс-средний; Кв-высокий;

Кп-повышенный;

Ко-очень высокий уровень содержания K<sub>2</sub>O.

Агрохимическая группа обозначается так – РонКв-35. Это обозначает, что на данном поле 35га имеют очень низкое содержание фосфора и высокое содержание K<sub>2</sub>O. Если поле разделено на 2 или более агрохимические группы, то их площади обозначаются с использованием данных Таблицы 3 «Агрохимическая характеристика почв».

Например: поле, общая площадь которого 115,7га, имеет повышенную обеспеченность K<sub>2</sub>O; в том числе на 36,7га – низкая обеспеченность фосфора; на 79,0га - средняя.

На этом поле можно выделить две агрохимические группы:

1. РнКп-36,7га.

2. РсКп-79га.

Если на поле нет границы между агрохимическими группами почв и их невозможно обозначить визуально или внесение удобрений, требует разворота туковысевающих агрегатов в средней части поля – можно

использовать среднюю агрохимическую характеристику поля для планирования размещения удобрений.

4. Из данных ротационных таблиц севооборотов определяют культуры, которые будут размещены на поле в текущем и будущем году и записывают их в соответствующую графу таблицы 5.1. Если севообороты не освоены, то культуры, которые будут выращиваться на данном поле в плановом году, обозначают, считая фактическое размещение культур по полям севооборотов на будущий год (к плановому), на основе схемы севооборота.

5. При планировании распределения удобрений необходимо помнить, что план должен строго отвечать ранее разработанной системе удобрений для данного севооборота.

При составлении плана размещения удобрений, прежде всего, обозначают дозы основного минерального удобрения в зависимости от обеспеченности почвы питательными веществами: средние дозы удобрений, которые рекомендуют научно-исследовательские учреждения, для основного внесения умножают на поправочные коэффициенты, представлены в таблице 3.

Таблица 3 Поправочные коэффициенты к средним дозам основного минерального удобрения:

Содержание подвижных питательных веществ в почве	Коэффициенты к средним дозам под культуры		
	Зерновые	Пропашные	Овощные
Очень низкое	1,5	2	1,6
Низкое	1,20	1,5	1,4
Среднее	1,0	1,0	1
Повышенное	0,7	0,8	0,9
Высокое	0	0,5	0,7
Очень высокое	0	0	0

Поправочные коэффициенты по азоту:

На несмытых и слабосмытых – 1,0;

среднесмытых – 1,3;

сильносмытых – 1,5.

В связи с отсутствием методов точного определения уровня обеспеченности почвы азотом на достаточно длительное время, планирование применения азотных удобрений проводится в соответствии с рекомендациями (средних) доз для данной культуры с учетом предшественника и почвы, т.е. должно полностью соответствовать системе удобрения в севообороте.

Рассмотрим пример составления плана размещения удобрений в поле с двумя агрохимическими группами РпКп и РсКп, занятому в текущем году озимой пшеницей, предшественником которой является черный пар, а на будущий год будет высеяна сахарная свекла (таблица 4).

Под озимую пшеницу планируется припосевное внесение удобрения (Р10) и подкормка (N60), на будущий год под сахарную свеклу – основное и припосевное удобрение. Доза азотного удобрения для всего поля составляет 120 кг, дозы фосфорных и калийных уточняется в зависимости от обеспеченности почвы фосфором и калием: средние дозы основного удобрения перемножаются на соответствующие поправочные коэффициенты.

Так, для агрохимической группы РпКп они составляют:  
 $P120 \times 1,5 = P180$  и  $K130 \times 0,8 = K104$

Таблица 4 Фрагмент системы применения удобрений в полевом севообороте на черноземе типичном:

Культуры	Основное			Припосевн			Подкормк а			
	Органич еские удобрени я	кг д.в на 1 га								
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1. Пар чистый	30									
2. Озимая пшеница		10 0	100		1 0		12 0			
3. Сахарная свекла		12 0	12 0	120	10	1 5	1 0			

Таким образом, дозы основного удобрения сахарной свеклы для агрохимической группы РпКп – N120 P180 R104, для агрохимической группы РсКп – N120 P120 K104.

При выращивании озимой пшеницы по интенсивной технологии под нее рекомендуется внести основного удобрения P100 K100, которое уточняется в зависимости от уровня обеспеченности почвы этими элементами (таблица 3).

Если нет возможности использовать уточненные дозы удобрений по отдельным агрохимическим группам поля, следует рассчитать средние поправочные коэффициенты и на их основе дать коэффициенты для основного удобрения в среднем на все поле.

Например, поле общей площадью 150 га имеет 4 агрохимические группы: РсКс-60га; РпКс-45га; РпКп-30га; РпКв-15га.

В хозяйстве нет возможности вносить скорректированные дозы удобрений по каждой агрохимической группе отдельно, поэтому рассчитывают средневзвешенные поправочные коэффициенты:

а) для фосфорных удобрений под зерновые культуры:

$$П.К. = \frac{60 \times 1,0 + 75 \times 1,2 + 15 \times 0,7}{150} = 1,07$$

под технические культуры:

$$П.К. = \frac{60 \times 1,0 + 75 \times 1,5 + 15 \times 0,8}{150} = 1,23$$

б) для калийных удобрений под зерновые культуры:

$$П.К. = \frac{105 \times 1,0 + 30 \times 0,7 + 15 \times 0}{150} = 0,84$$

под технические культуры:

$$П.К. = \frac{105 \times 1,0 + 30 \times 0,8 + 15 \times 0,5}{150} = 0,91$$

После дифференциации с помощью средневзвешенных поправочных коэффициентов средние дозы удобрений при основном внесении под сахарную свеклу N120 P120 R130, примут новые, уточненные значения: N120 P147 K118 .

Подбирая формы минеральных удобрений, обязательно учитывают почвенно-климатические условия, биологические особенности культур, качество и особенности удобрений, способы их внесения, взаимодействие почвы, растений и удобрения, ассортимент удобрений, их структуру, фактическое наличие в хозяйстве или на основе. (Приложение 15)

Из азотных удобрений можно рекомендовать для основного внесения аммонийные, аммиачные и амидные формы (сульфат аммония, аммиачная вода, углеаммиакаты жидкий аммиак, карбамид), которые относительно хорошо поглощаются почвой.

Следует помнить, что фосфор и калий в почве не перемещаются, поэтому все формы фосфорных и калийных удобрений подлежат основному внесению. Наиболее целесообразно вносить суперфосфат простой, фосфатшлак, а на кислых почвах – фосфоритную муку.

Из калийных удобрений лучше использовать под вспашку каинит, сильванит, калийные соли, а под культуры чувствительные к хлору (картофель, подсолнечник, овощные и т.д.) можно рекомендовать калийно-магнеевый концентрат, калимагнезию, сульфат калия, а в зоне достаточной увлажнения – хлористый калий.

Из азотных удобрений для рядкового внесения наиболее пригодные натриевая и аммиачная селитры, из фосфорных – суперфосфат гранулированный (простой и двойной), из калийных – хлористый калий и калийная соль (для культур нечувствительных к хлору), а так же сульфат калия и калимагнезия.

Подкормку сельскохозяйственных культур следует проводить преимущественно такими удобрениями как аммиачная селитра – для

поверхностного и прикорневого внесения, мочевины – для внекорневой подкормки, для пропашных культур – аммиачная вода, углеаммиакаты и жидкий аммиак, суперфосфат гранулированный (простой и двойной), хлористый калий и калийная соль; для чувствительных культур к хлору – сульфат калия, калимагnezия или калимаг. Планируя использование одновременно двух или трёх видов удобрений, необходимо подбирать такие формы, которые можно смешивать заблаговременно или перед внесением.

В последние годы все в большем количестве используют удобрения – аммофос, нитрофос, нитрофоску, нитроаммофоску и другие под все сельскохозяйственные культуры.

Чтобы определить ассортимент удобрений и их структуру, необходимо прежде всего обозначить приблизительно потребность в удобрениях на весь севооборот, а потом рассчитать количество каждого удобрения из выбранного ассортимента. При распределении удобрений по полям следует учитывать возможные отклонения количества конкретных форм удобрений от рассчитанных – в пределах  $\pm 25\%$ . Например, в 10-польном севообороте общей площадью 900га средняя насыщенность минеральными удобрениями на 1 га площади составляет N56 P45 K42 . Из этого понятно, что приблизительная потребность в азотных удобрениях на весь севооборот – 504ц д.в (56х900), в фосфорных – 405ц д.в (45х900), в калийных – 378 ц д.в (42х900). Всего для данного севооборота – 1283 ц д.в минеральных удобрений. Пользуясь данными Приложения 5 «Приблизительный ассортимент минеральных удобрений и их структура в Курской области», рассчитываем количество комплексных удобрений, которые будут использованы в севообороте, которое составит 346 ц д.в (27% от общей потребности).

Аммофос – 173ц (N – 34; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 139);

Нитрофос – 38ц (N – 24; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 14);

Нитроаммофоска – 64ц (N – 22; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 22; K – 22);

Нитрофоска и др. – 71ц (N – 24; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 22; K – 23)

Всего в составе комплексных удобрений должно использоваться для данного севооборота : азот – 104ц; фосфор 197ц; калий – 45 ц д.в. в пересчете на физический вес приблизительная потребность в аммофосе составляет 304ц, нитрофосе – 100ц, нитроаммофоске - 125ц и нитрофоске и др. – 222ц. За счет простых удобрений необходимо внести: азота – 400ц (504-104), фосфора – 208ц (405-197), калия – 329ц (374-45)

Потребность в простых удобрениях (400ц) будет обеспечена за счет таких удобрений:

Аммиачная селитра – 160ц д.в – 457ц физический вес;

Карбамид (мочевина) – 100ц д.в – 227ц физический вес;

Сульфат аммония – 36 ц д.в – 160ц физический вес

Углеаммиакаты – 20ц д.в – 38ц физический вес;

Аммиак жидкий – 60ц д.в – 73ц физический вес;



Фосфор – 208ц д.в будет внесен с такими удобрениями:  
Суперфосфат двойной гранулированный – 42ц д.в – 93ц физический вес  
Суперфосфат простой гранулированный – 60ц д.в – 300ц физический вес;  
Суперфосфат простой – 33ц д.в – 175ц физический вес;  
Фосфатшлак – 25ц д.в – 250ц физический вес;  
Фосфоритная мука – 48ц д.в – 192ц физический вес.

Потребность в калии – 329ц д.в будет обеспечена за счет таких удобрений:

Калий хлористый – 174ц д.в – 290ц физический вес;  
Калийная соль – 23ц д.в – 66ц физический вес;  
Сульфат калия – 7ц д.в – 13ц физический вес;  
Калимагнезия – 13 ц д.в – 45ц физический вес;  
Калийно-магниевый концентрат – 68ц д.в – 370ц физический вес;  
Каинит – 44ц д.в – 400 ц физический вес.

Выбранные формы удобрений записывают в графу «Название удобрений» (Приложение 4), дают сокращенное обозначение.

После выбора форм удобрений, находят их потребность на 1га, на агрохимическую группу и на вес поля. Чтобы рассчитать дозу удобрений на 1га, необходимо обозначенную дозу в кг у.в на 1га разделить на процентное содержание действующего вещества в данном удобрении. Результат получают в ц на 1га и записывают с точностью до десятых долей центнера.

Составление плана использования удобрений завершается расчетом потребности в удобрениях на все поле (органических – в тоннах, минеральных в ц д.в): гектарную норму органических удобрений умножают на площадь поля. Потребность в минеральных удобрениях рассчитывают по отдельным видам. Подсчитывается сумма азота (кг на 1га), предусмотренная планом для внесения всеми способами под отдельную культуру, умножают на всю площадь поля и делят на 100. Полученный результат (в центнерах) записывают в графу. Аналогично подсчитывается потребность в фосфорных и калийных удобрениях.

Если на поле имеются отдельные агрохимические группы, то суммируя потребность в удобрениях, необходимо: гектарную дозу умножить на площади агрохимических групп и найти сумму полученных результатов. (Пример в приложении 1)

## 5.2 Агрохимический паспорт

Главным отличием «Агрохимического паспорта» от «Ежегодных планов внесения удобрений» является то, что в «Агрохимическом паспорте» предусмотрена возможность расчета ресурсной урожайности, которая может быть получена за счет эффективного плодородия почвы и удобрений, которые будут внесены согласно разработанной системе применения удобрений в конкретном поле, а также предусмотрена возможность расчета необходимого количества отдельных видов удобрений, которые бы обеспечили оптимальное питание растений для получения запрограммированной (запланированной) урожайности [11,12,20,23,29,38 ].

С этой целью в «Агрохимическом паспорте» используют данные бонитета почв конкретного поля и показатели окупаемости органических и минеральных удобрений урожаями сельскохозяйственных культур.

Бонитет почв представляет собой количественный показатель (в балах) величины эффективного плодородия данной почвы по отношению к конкретным выращиваемым культурам. Этот показатель отображает степень пригодности пахотных земель для их рационального использования в хозяйстве и позволяет рассчитать величину урожая данной культуры за счет естественного плодородия почвы.

Планы внесения удобрений по полям севооборота с учетом бонитета почвы, необходимо рассчитывать на два года по специальной форме (Таблица 5.2, бланка проекта «Система применения удобрений, а также Приложение 3.1, методических указаний) с тем, чтобы на первый год произвести расходы ресурсной урожайности сельскохозяйственной культуры по материалам бонитета почвы данного поля и ежегодного плана внесения удобрений. А на второй год необходимо рассчитать научно-обоснованное количество удобрений, которое обеспечило бы элементами питания формируемой программируемой (плановой) урожайности будущей по ротации культуры.

Таблица 5.2 «Агрохимический паспорт» разрабатывается и заполняется в такой же последовательности:

1. Выкопировка поля с повышенными и агрохимическими выделами размещается в верхнем левом углу таблицы. Копия схемы поля снимается с оригинала «Агрохимического паспорта», который имеется в хозяйстве, или же для этого можно использовать агрохимические картограммы и почвенные карты этого же хозяйства.

2. Справа сверху таблицы под строкой «Группы почв, их шифры и площади», необходимо детально перечислить названия почв данного поля, их порядковые номера, шифры, площади. Эти данные можно взять из табл. 1.6 «Агрохимического паспорта», который имеется в хозяйстве.

3. В средней части сверху таблицы под названием «Агрохимический паспорт» следует вписать данные средневзвешенных бонитетов почв поля (в баллах) для конкретных культур, по которым будет определяться ресурсная урожайность, и разрабатывается система

удобрений на программированный урожай. Средневзвешенный бонитет (СБ) для конкретной культуры рассчитывается по формуле:

$$СБ = \frac{Б1 \times P1 + Б2 \times P2 + \dots + Бn \times Pn}{P1 + P2 + \dots + Pn}$$

Где Б<sub>1</sub>; Б<sub>2</sub>; Б<sub>n</sub> – бонитеты отдельных почвенных выделов, которые есть в границах поля, в баллах.

P<sub>1</sub>; P<sub>2</sub>; P<sub>n</sub> – площади почвенных выделов в га.

Например, поле, общей площадью 290,6га (Примечание 8) имеет 3 бонитетных выдела почв: P<sub>1</sub> – 133га, P<sub>2</sub> – 120,га; P<sub>3</sub> – 37,6га. Эти почвы оценены по шкале бонитировки для озимой пшеницы соответственно 66,65га – 60 баллов. По формуле СБ определяют средневзвешенный бонитет поля для озимой пшеницы:

$$С_{Боз.пш.} = \frac{133 \times 66 + 120 \times 65 + 37,6 \times 60}{133 + 120 + 37,6} = \frac{18834}{290,6} = 64,8 = 65 \text{баллов}$$

Аналогично рассчитывают СБ для остальных культур.

4. По ротационной таблице находят культуры, какими будет занято поле в текущем и будущем годах, их предшественнику и записывают в соответствующей графе таблицы 5.2.

Годы, по которым ведут разработки Агрохимического паспорта, следует записывать перед графой «Предшественник».

5. В графе «Агрохимическая группа» записывают условными, сокращенными обозначениями обеспеченность почв доступными растениям формами фосфата и калия, усредненному на все поле (Методика усреднения агрохимических показателей показана в разделе 5.1).

6. Поправочные коэффициенты по фосфору и калию при усредненном на все поле значении агрохимических показателей рассчитывают по правилу средневзвешенных величин.

В нашем примере все поле имеет среднюю обеспеченность по фосфору (поправочный коэффициент-1) повышенную и высокую – по калию (соответственно 174,0 и 116, 6 га с поправочными коэффициентами для зерновых – 0, 7 и 0).

Средневзвешенный поправочный коэффициент (СВПК) для калийных удобрений под зерновые культуры равен:

$$С_{ВПК} = \frac{174 \times 0,7 + 116,6 \times 0}{174 + 116,6} = \frac{121,8}{290,6} = 0,42$$

Аналогично рассчитывают средневзвешенный поправочный коэффициент для технических и других культур.

7. При составлении плана внесения удобрений под конкретную культуру за основу берут предварительно разработанную (с учетом реальных возможностей хозяйства и научно-обоснованных рекомендаций по использованию удобрений в этих конкретных почвенно-климатических

условиях) систему применения удобрений в данном севообороте (таблица 5)

Таблица 5-Фрагмент системы применения удобрений в полевом севообороте на черноземе выщелоченном

Культуры	Основное			Припосевн			Подкормк а			
	Органич еский удобрени я	кг д.в на 1 га								
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1. Пар чистый	30									
2. Озимая пшеница						1 0		12 0		
3. Сахарная свекла			10 0	100	10	1 5	1 0			

При этом дозы действующего вещества основного минерального удобрения уточняют, перемножают их на соответствующий поправочный коэффициент, который зависит от уровня обеспеченности почв питательными веществами. Установленные дозы рядкового удобрения и подкормок не корректируются и используются без изменений. Эти данные записывают в первый строке против плановой культуры.

На второй строке требуется обозначить сокращенное название выбранных для внесения конкретных удобрений, которые в наибольшей степени отвечают биологическим особенностям запланированной культуры, почвенно-климатическим условиям и имеются в ассортименте удобрений, которые поступили в хозяйство.

На третьей строке записывают дозы конкретных удобрений (в ц/га с точностью до 0,1 ц/га) выбранных для внесения.

Если в составе запланированных удобрений имеются комплексные, то их записывают в графу того вида удобрений, которое будет полностью обеспечено за счет этого удобрения. Количество других действующих веществ, которые будут внесены со сложными удобрениями, рекомендуется записывать в круглых скобках в правом верхнем углу возле плановых доз соответствующих действующих веществ удобрений.

Дозы удобрений в дальнейшем будут использоваться и для расчетов общей потребности в удобрениях для севооборота и для хозяйства.

8. Для того чтобы рассчитать величину ресурсной урожайности любой сельскохозяйственной культуры, во-первых, требуется определить общее количество минеральных (кг/га д.в) и органических (т/га) удобрений, предусмотренных под эту культуру, разработанной для данного

севооборота системой применения удобрений с их фактической насыщенностью.

Перемножив рассчитанное количество удобрений на показатели их окупаемости урожаем (Приложение 20-22) рассчитываю ту часть ресурсного урожая, которая будет получена за счет прямого действия удобрений.

Величину последействия минеральных удобрений рассчитывают на одну культуру, а органические на две последующие культуры, принимая к сведению, что минеральные удобрения в год их внесения проявляют приблизительно 80% от их общей эффективности, составляя последействие 20%. Что касается навоза, то его эффективность на черноземных почвах распределяется приблизительно так: прямое действие в год внесения - 40%; последействие: в первый год - 35%, второй - 25%. На легких почвах эффективность прямого действия – составляет 60%, а последействие первого года – 30%, второго – 10%.

Общая эффективность безподстильного навоза распределяется по годам приблизительно таким образом: при поверхностном внесении без быстрой заделки в почву, в год внесения прямое действие составляет 68%, а последействие первого года -28%, второго – 4%. При немедленной заделке в почву безподстильного навоза коэффициент использования питательных веществ из него увеличивается на 20%, а эффективность его прямого действия составляет 72% от общей, последействие первого года – 24%, второго – 4%.

Величину прибавки урожая, которую планируют получить за счет последействия удобрений, рекомендуется записывать в квадратных скобках, в тех же графах, где предусмотрено регистрировать результаты прибавки, их сумма записывается в графе «Планируется получить за счет удобрений, ц/га».

9. Величина урожая, обусловленная природным плодородием почвы, рассчитывается путем перемножения показателей их бонитетов (баллов) на цену одного балла для данной культуры (Приложение 10, 11).

Предоставленные в агрохимических паспортах бонитеты почв являются показателями их эффективного плодородия для большинства культур с усредненными предшественниками.

Для озимой пшеницы разработаны поправочные коэффициенты к бонитетам почв в зависимости от предшественника (Приложение 9).

Если бонитет почвы для озимой пшеницы в данном поле равняется 65 баллов, то принимая во внимание поправочный коэффициент на предшественник, он составляет 74 балла ( $65 \times 1,14$ ). Следовательно, урожай озимой пшеницы за счет естественного плодородия почвы в нашем поле составляет 32,6 ц/га ( $74 \times 0,44$ ), а ресурсная урожайность – 52 ц/га (32 ц/га по бонитету + 19,5 ц/га - за счет применения удобрений) См. приложение 2.

В завершении разработки «Агрохимического паспорта» следует определить общее количество органических (т) и минеральных (ц д.в)

удобрений для данной культуры на все поле, заполнив ими соответствующие остальные графы.

Для того чтобы рассчитать количество удобрений для получения запрограммированной урожайности с учетом бонитетов, вначале необходимо определить величину возможной урожайности за счет естественного плодородия почв с их бонитетами, учитывая поправочные коэффициенты на предшественник (для озимой пшеницы для орошения всех культур), а потом найти разницу между запрограммированным урожаем и ранее рассчитанным «природным урожаем». По бонитету почвы разница между запрограммированной и природной урожайностью должна быть получена за счет применения удобрений, количество которых определяется с учетом окупаемости прибавки урожая их прямого действия и последствия. Вначале следует определить количество основного минерального удобрения, внесенного под предшественник и органических удобрений, внесенных за последние 2 года. С помощью этих показателей рассчитывают возможную прибавку урожая за счет последствия удобрений, учитывая распределение их общей эффективности по годам. Затем следует учесть количество органических удобрений, запланированных к внесению под запрограммированную культуру и по их окупаемости определить возможную величину прибавки.

Далее уже возможно определить общее количество минеральных удобрений (кг/га у.в) необходимое для обеспечения той части урожая, которой не достаточно до запрограммированной. Расчет общего количества минеральных удобрений проводится путем деления всей прибавки урожая, которая не обеспечена последствием всех удобрений и прямым действием органических на окупаемость урожаем единицы минеральных удобрений. Полученный результат распределяют на азот, фосфор и калий в соответствии с физиологическими потребностями культур. Из полученных норм минеральных удобрений следует вычесть дозы припосевного удобрения и подкормок, которые рекомендуется для программированной культуры. Остальные минеральные удобрения следует использовать для основного способа внесения, предварительно уточнив их дозы в зависимости от уровня обеспеченности почв поля доступными растением формами питательных веществ, учитывая также и особенности предшественников.

## **6. Анализ запроектированной системы применения удобрения**

### **6.1 Баланс гумуса в почвах хозяйства.**

Гумус играет чрезвычайно важную роль в почвообразовании и плодородии почв. Сельскохозяйственное использование почв разрушает природный ход гумусообразования и приводит к снижению в них содержание гумуса. Исследования свидетельствуют, что за столетний период почвы лесостепной зоны утратили 20 процентов, а степной -19,5 % гумуса.

Особую тревогу учёных вызывает повышение темпов минерализации гумуса в последние годы. Так среднегодовые потери гумуса в сравнении с предыдущими годами увеличились в лесостепи в 1,65 раза, в степи в 2,4 раза [28]. Такое увеличение темпов минерализации гумуса учёные связывают с внесением высоких доз азотных удобрений, интенсивной обработкой почвы, уменьшением внесения органических удобрений сокращением посевных площадей многолетних трав. Наряду с этим научно-обоснованное применение удобрений приводит к улучшению гумусового состояния почв. Следовательно, разработанная система применения удобрений должна обеспечивать позитивный или бездефицитный баланс гумуса. Существуют несколько методик определения баланса гумуса в почве. Для экономической оценки разработанной системы применения удобрений в севообороте широко используется следующая методика составления баланса гумуса [31].

Определяется урожайность культур севооборота, которую обеспечивают внесённые удобрения и природное плодородие почвы. В курсовом проекте эти данные студенты получают при разработке «Агрохимических паспортов» полей. Далее подставляя среднегодовую минерализацию гумуса под определёнными культурами (приложение) проводят расчёт средневзвешенных потерь гумуса за ротацию севооборота по формуле:

$$P = \frac{P_1 * S_1 + P_2 * S_2 + P_n * S_n}{S_1 + S_2 + S_n}$$

Где P - Средневзвешенные потери гумуса за ротацию севооборота, т/га.

$P_1 \dots P_n$ - среднегодовая минерализация гумуса в чёрном пару и под отдельными с/х-культурами ;

$S_1 \dots S_n$  – площади под отдельными культурами севооборота.

Для расчёта количества новообразованного гумуса из растительных остатков находят массу корневых и поверхностных растительных остатков, по уравнениям регрессии ( приложение 12)

Пример: Для определения количества растительных остатков сахарной свёклы с урожайностью 300 ц/га используем уравнение регрессии  $0,06y + 5,7$  и  $0,05y + 2,8$ . После подстановки в них вместо «у» урожайности ( 300 ц/га ) сахарной свёклы получаем  $0,06 * 300$  ц/га +  $5,7=23,7$  ц/га корневых и  $0,05 * 300$  ц/га +  $2,8+ 4,3$  ц/га – поверхностных растительных остатков.

Общая сумма растительных остатков составит:

$$23,7 \text{ ц/га} + 4,3 \text{ ц/га} = 28 \text{ ц/га}$$

Для расчёта количества новообразованного гумуса под отдельными культурами умножают общее количество растительных остатков на коэффициент гумификации для данной культуры (приложение). Для сахарной свёклы  $K_{гум} = 0,1$ .

Всего под сахарной свёклой образуется  $28 \text{ ц/га} * 0,1 = 2,8 \text{ ц/га}$  или  $0,28 \text{ т/га}$ . Эти данные заносят в колонку 10.

Средневзвешенное количество новообразованного гумуса за счёт растительных остатков в целом по севообороту может быть определено по формуле:

$$T_1 = \frac{O_1 * K_1 * S_1 + O_2 * K_2 * S_2 + \dots + O_n * K_n * S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

Где  $O_1 \dots O_n$ - растительные остатки культур севооборота ц/га

$K_1 \dots K_n$ - коэффициент гумификации растительных остатков для отдельных культур

$S_1 \dots S_n$ -площади заняты определёнными культурами.

Количество новообразованного гумуса за счёт навоза ( $T_1$ ) определяют путём умножения количества внесённого навоза на коэффициент гумификации навоза.

Общую величину новообразованного гумуса находят по формуле  $T_3 = T_1 + T_2$ .

Среднегодовой баланс гумуса в севообороте находят, как разницу между средневзвешенным количеством новообразованного и потерянному гумуса.

$$B = (T_1 + T_2) - P$$

В том случае, когда в севообороте складывается отрицательный баланс гумуса, рассчитывают минимальную дозу навоза, которая обеспечивает его бездефицитный баланс:

$$N_{\text{мин}} = N_1 + \frac{-B}{0,058}$$

Где  $N_{\text{мин}}$ - минимальная доза навоза для обеспечения бездефицитного баланса гумуса;

$N_1$ - насыщенность органическими удобрениями в севообороте;

0,058- количество гумуса, образующееся из 1 тонны навоза.

## 6.2 Баланс элементов питания в почвах хозяйства.

Для оценки запланированной системы удобрений в хозяйстве необходимо сделать расчёты баланса питательных веществ.

В связи с этим необходимо заполнить таблицу 6.2.1 соответствующими данными. Для севооборотов, для которых составлены годовые планы внесения удобрений по каждому полю (табл 5.1) насыщенность органическими удобрениями находят путём деления суммарного



количества (т) удобрений, внесённых за год, на общую площадь севооборота. При определении насыщенности минеральными удобрениями, так же используют годовые планы применения удобрений. Подсчитывают сумму действующего вещества, отдельно азотных, фосфорных и калийных удобрений, внесённых на каждом поле за все приёмы. Потом рассчитывают количество этих веществ для всего севооборота, находя насыщенность (центнеры действующего вещества переводят в килограммы и делят на количество гектаров в севообороте).

Вторая составная часть для определения баланса питательных веществ – это вынос их с урожаем с.х.-культур в севообороте (табл.6.2.2), В эту таблицу соответственно к номерам полей необходимо записать названия культур, запланированную или ресурсную урожайность, данные из справочника о выносе питательных веществ кг на 1ц основной продукции (прил.1). Вынос питательных веществ (кг с 1га) каждой культуры рассчитывают умножением данных по выносу единицей продукции на урожайность культуры.

Следует иметь в виду, что вынос азота из почвы зернобобовыми культурами следует условно приравнять к нулю, потому что при формировании уровня они около 1/3 части необходимого азота усваивают из почвы, 2/3- в результате симбиотической азотфиксации; после уборки урожая с корневыми и корневищными остатками 1/3 часть накопленного в растениях азота, попадают а почву. Также напротив многолетних трав в строке табл.6.2.2 относительно выноса азота с 1 га необходимо поставит 0, но они в почве остаются даже больше азота, чем зернобобовые культуры.

Средние результаты таблиц 6.2.1 и 6.2.2 используют для расчёта таблицы 6.2.3. Поступление азота, фосфора и калия в почву с органическими удобрениями определяют путём умножения процентного содержания в них  $N_1, P_2O_5, K_2O$  на среднюю насыщенность на 1 га органическими удобрениями в кг и делением на 100. Например: средняя насыщенность навозом составляет 4,5 т, или 4500 кг, содержание общего азота 0,5 %, в почву поступило азота :  $0,5 * 4500 = 22,5$  кг.

В каждом хозяйстве желательно иметь свои результаты химического анализа органических удобрений. Поступление питательных веществ с минеральными удобрениями берут из таблицы 6.2.1.

За счёт симбиотической азотфиксации, запасы азота в почве пополняются только после многолетних бобовых трав, количество его будет зависеть от структуры севооборота, вида с.х.-культуры, наличие условий для развития асимбиотических микроорганизмов, величины урожая. Считают, что бобовые и бобовозлаковые травы после уборки урожая оставляют в почве в составе корневых и корневищных остатков, 10-15 кг азота на каждую тонну сена. Пример расчёта: в 10-польном севообороте 2 поля под люцерной первого и второго года использования, урожайность сена на них 446т/га, соответственно в почве остаётся 60 и 90 кг азота, годовое поступление азота на 1 га севооборота составляет

$(60+90)/10=15$ . Сравнив вынос и поступление, находят баланс элементов питания.

Возврат в % или интенсивность баланса какого-либо элемента можно определить по отношению:

$$\frac{\text{поступление, кг}}{\text{вынос, кг}} * 100$$

Согласно данным на чернозёмных почвах в интенсивном севообороте уровень возврата питательных элементов из удобрений для азота должен равняться приблизительно 80%, фосфора 130-150 %, калия 110-120%, фосфора 170-200% и калия 100-115%. Интенсивность баланса должна увеличиваться с переходом от почв с очень высокой обеспеченностью питательными веществами до очень низкой [2], а так же при планировании выращивания урожая.

Вывод про баланс питательных веществ необходимо осуществлять с помощью конечных данных таблицы 6.2.3. Необходимо уяснить, что баланс может быть нулевым, позитивным(+) и негативным(-).

Если поступление элементов питания в почву превосходит их вынос (баланс позитивный). Это означает, что при данном уровне урожая ( он должен быть не меньше ресурсного) почва не обедняется на питательные элементы, а даже ими обогащается. В таких случаях можно говорить, что сохраняется и повышается плодородие почвы. При отрицательном балансе питательных элементов плодородие почвы уменьшается. Тем не менее на полях с высоким содержанием подвешенных форм калия, иногда и фосфора можно допустить и отрицательный баланс этих веществ, он не приведёт к снижению урожайности с. х. - культур.

Прогноз смены агрохимических показателей почв хозяйства проводятся на основе данных баланса ( $\pm$  кг/га). Следует помнить, что смена агрохимических показателей почвы при оптимальных нормах удобрений - процесс долговременный, одним-двумя годами не ограничиваются.

Желаемое направление смены для большинства почв при позитивном балансе - это повышение содержания подвижных соединений питательных веществ от очень низкой до повышенной и высокой (оптимальной) обеспеченности, замедленного снижения гумуса и увеличения его содержания, повышение насыщенности почв основаниями, приближения реакции почвенного раствора до нейтральной и др.

Используя разработанные научно-исследовательскими учреждениями нормативы затрат минеральных удобрений на увеличение содержания повышенных форм фосфора и калия на 1 мг в 100 г почвы необходимо внести 100 кг/га действующего вещества. При обозначенном балансе содержания подвижного фосфора за 1 год увеличится на 0,2 мг, а на 1 мг изменится только за 5 лет- повышение содержания фосфора на 0,2

мг в 100 г почвы агрохимическим анализом подтвердить трудно, поэтому здесь приоритет имеет расчётный метод.

### **6.3 Потребность в органических и минеральных удобрениях на год.**

В таблице 6.3 необходимо произвести расчёты по определению физического веса каждой формы минеральных и каждого вида органических удобрений, которые необходимо приобрести в хозяйстве для осуществления запроектированной системы.

Для каждой формы минеральных и каждого вида органических удобрений, которые запроектированы для применения, выделяют определённую вертикальную колонку.

Количество удобрений, которое планируется внести на каждое поле, уже рассчитано в «планах внесения удобрений» или может быть определено на основе «агрохимического паспорта».

До 1 марта необходимо иметь удобрения для рядкового внесения под все культуры, кроме озимых, для подкормки и основного внесения, если они запланированы весной.

До 1 августа необходимо в хозяйство доставить удобрения для основного внесения под все культуры, которые запланированы на осень, для рядкового внесения под озимые, для осенней подкормки озимых, если это запланировано.

Если планы внесения удобрений составлены на 2 года, то определяют количество удобрений, которое необходимо накопить до 1 марта под все культуры по плану внесения на второй год, а под озимые по плану внесения на первый год, предыдущий. Для определения количества удобрений, которые необходимо приобрести до 1 августа, так же используют планы внесения на 2 год. В этом случае суммарное количество будет обозначать потребность в удобрениях на календарный год.

В тех случаях, когда планы внесения удобрений составлены на 1 год, определяют потребность в удобрениях на вегетационный период отдельных культур.

Учитывая приёмы, способы и время внесения, физические свойства удобрений, состав машинотракторного парка хозяйства или предприятия, с которым составлен договор на внесение, записывают в соответствующую графу таблицы 6.3, марку с.х.- машин, которыми планируется проводить эту технологическую операцию.[20,32]

### **6.4 Экономическая эффективность применения удобрений.**

Научно- обоснованное применение удобрений способствует повышению урожайности с.-х. культур и улучшению качества полученной продукции. Систематическое внесение органических и минеральных удобрений оптимизирует условия питания растений, повышает эффективное плодородие почвы, существенно увеличится её стоимость.

Для рационального использования удобрений очень важно правильно выбрать формы удобрений, их нормы, сроки и способы внесения с учётом биологических особенностей культуры и почвенно-климатических условий выращивания.

В курсовом проекте должна быть экономическая оценка эффективности применения удобрений под конкретные сельскохозяйственные культуры.

Определяя экономическую эффективность удобрений, учитывают не натуральные показатели, а соотношения стоимости полученной дополнительной продукции к затратам для её получения, выраженной в рублях.

Экономическая эффективность органических и минеральных удобрений в зависимости от качества полученной продукции рассчитывают двумя путями[18].

1. Если качество полученной продукции при использовании удобрений не изменится, тогда для расчёта достаточно знать прибавку урожая, стоимость которой будет означать валовую продукцию.
2. При изменении качества продукции (содержание белка, крахмала, жира, углеводов и т.д.) необходимо знать весь урожай, полученный с единицы площади при использовании удобрений и без них. Это позволяет при стоимостной оценке урожая выявить влияние удобрений на качество, а так же на величину валовой продукции и эффективность удобрений.

При определении количества продукции, а так же прибавки, необходимо учитывать не только основную продукцию, но и ту часть побочной, что используется (ботва, солома и т. д)

Продукция оценивается по фактическим ценам реализации текущего года. Побочная продукция ( т), продукция кормовых культур приводится в условных кормовых единицах и оценивается по закупочной цене овса.

Экономическая эффективность применения удобрений должна быть определена по дополнительному (чистому) доходу и уровню рентабельности. Чистый доход определяют путём соотношения стоимости дополнительной продукции, полученной за счёт удобрений, и всех затрат, связанных с их использованием.

При расчётах затрат на применения удобрений следует учитывать: стоимость удобрений, затраты на их доставку в хозяйство, их хранение и подготовку к внесению удобрению, стоимость транспортировки на поле, затраты на внесение удобрений, уборку, доработку и реализацию дополнительного урожая; накладные расходы. При расчётах следует учитывать себестоимость приготовления и внесения органических удобрений.

При определении экономической эффективности применения удобрений, все затраты на минеральные удобрения условно относят только на удобряемую культуру, а затраты на применение навоза и компостов распределяют на 2 года, т.е. на две культуры. Затраты на применение фосфоритной муки на 3-4 года, извести на восемь лет.

Дополнительный чистый доход от применения удобрений в зависимости от изменения качества продукции может рассчитываться двумя путями. Если качество продукции в результате внесения удобрений не изменяется, тогда дополнительный чистый доход рассчитывается по формуле:

$$Ч_{д} = (C + c) - E$$

$Ч_{д}$ - дополнительный чистый доход, руб.

$C$ - стоимость дополнительной основной продукции, руб.

$c$ - стоимость дополнительной рабочей продукции, руб.

$E$ - сумма затрат на использование удобрений и уборку дополнительной продукции, руб.

При изменении качественных характеристик продукции дополнительный чистый доход рассчитывают по формуле:

$$Ч_{д} = (СП_{уд} \cdot Z_{уд}) - (СП_{о} \cdot Z_{о})$$

$Ч_{д}$ - дополнительный чистый доход, руб.

$СП_{уд}$ - стоимость валютной продукции, полученной с единицы площади при применении удобрений, руб/га

$Z_{уд}$ - все затраты на выращивание культуры с применением удобрений, руб/га

$Z_{о}$ - все затраты на выращивание культуры без применений удобрений, руб/га

Для сравнения показателей рентабельности при выращивании с.-х. культур с применением минеральных и органических удобрений и на полях без них, необходимо рассчитать подобные показатели для обоих вариантов

$$P_{д} = \frac{ВП_{д} - Z_{д}}{Z_{д}} \times 100$$

$$P_{о} = \frac{ВП_{о} - Z_{о}}{Z_{о}} \times 100$$

$P_{д}$ - рентабельность производства продукции на поле при применении удобрений в %

Р<sub>о</sub>- рентабельность производства продукции на поле без применения удобрений, %

Сравнивая показатели рентабельности производства продукции на вариантах с применением минеральных и органических удобрений с вариантами, где они не применялись, необходимо сделать выводы об эффективности этих приёмов. При рентабельности выше 30% обеспечивается расширенное производство.

Важной характеристикой оценки эффективности применения удобрений является так же показатель окупаемости затрат, который рассчитывается по формуле:

$$O = \frac{C+c}{E}$$

C+c- стоимость дополнительной продукции (основная + побочная)

O - окупаемость затрат, связанных с использованием удобрений.

Показатель окупаемости обозначается коэффициентом, который может быть больше единицы, если получен дополнительный чистый доход. Если применение удобрений не рентабельное, тогда этот коэффициент будет меньше единицы.

В курсовом проекте эффективности применения удобрений следует рассчитывать по формуле, приведённой по табл. 6.4.

Приводим пример и порядок расчёта экономической эффективности применения удобрений под сахарной свёклой (прил. 33).

В данном примере сахарная свёкла выращивается после озимой пшеницы, а предшественником её является чистый пар. Под пар было внесено 30 т навоза, а непосредственно под сахарную свёклу применялись минеральные удобрения в основное и рядковое внесение.

В таблице указывают номер поля, удобряемой культуры. Способ внесения удобрений, их формы и дозы(ц/га). Для каждой формы удобрений указывают их стоимость в рублях за ц ( прил 26). Эти показатели применяют на количество удобрений, внесённых на 1 га, потом полученные значения суммируют.

Стоимость минеральных удобрений, внесённых под сахарную свёклу на 1 га, составляет руб.Находят затраты, связанные с транспортированием и внесением минеральных удобрений в зависимости от норм и расстояния, на котором расположено поле ( прил 25 ) в нашем примере они составляют соответственно . До этих величин добавляют половину затрат на внесение 30 т/га навоза под предшественник – озимую пшеницу( 306 рублей на транспортировку и 49 рублей на внесение ). Таким образом, на транспортировку удобрений затрачено всего - на их внесение -

Прирост основной и побочной продукции (ц/га), что планируется за счёт органических и минеральных удобрений, составляет 86ц

( 21,2\*4,05). Под предшественником был внесён навоз 30т/га. Окупаемость 1т навоза составляет 40% в первый год, на второй год – 35% ( прил. 20) – для сахарной свёклы соответственно 1.2 и 1,05ц. Прибавка урожая сахарной свёклы от применения навоза составляет 31,5 ц/га (1,05\*30т). Общая прибавка урожая основной продукции сахарной свёклы от применения минеральных и органических удобрений составляет 117,5 ц/га (86ц+31,5ц). Следует отметить, что в нашем примере мы не учитываем последствие минеральных удобрений внесённых под предшественник, зная что окупаемость их на второй год составляет 20% от общей эффективности.

Количество дополнительной побочной продукции (ботвы) определяют с учётом коэффициента выхода побочной продукции (прил.27). Для сахарной свёклы прибавка побочной продукции составляет 47ц/га (118\*0,4).

Побочную продукцию, если на неё нет закупочных цен переводим в кормовые единицы (прил 28). Таким образом, 47ц ботвы сахарной свёклы приравнивается к 7,5 ц.к.ед.(47\*16уг/752кг, или 7,5 ц.к.ед.).

В соответствующих графах указываем стоимость основной и побочной продукции в закупочных ценах взятых в хозяйстве. Стоимость 1 ц.к.ед. приравнивают к стоимости 1ц овса (прил24).

Стоимость всей продукции сахарной свёклы, получают за счёт удобрений составляет

Рассчитываем затраты на уборку дополнительного урожая, используя фактические затраты в данном хозяйстве или перспективные затраты на уборку 1ц дополнительного урожая (прил29). Затраты на уборку дополнительного урожая сахарной свёклы составляет

Все затраты связанные с применением удобрений на площади 1га рассчитываем, суммируя стоимость удобрений, затраты на их применения, а так же уборку дополнительного урожая. В нашем примере суммарные затраты на применение удобрений под сахарную свёклу составляют

Условно чистый доход от использования удобрений рассчитывается по формуле:

$$Ч_{д} = (C + c) - E$$

**Уровень хозяйственной рентабельности в нашем примере составляет**

$$P = \frac{Ч_{д}}{E} * 100$$

Это означает, что на 1рубли затрат на использование удобрений под сахарную свёклу можно получить дополнительно 1 рубль 26 копеек. Аналогично рассчитываем экономическую эффективность применения удобрений и для других культур севооборота.

## **7. Агрохимическое и экологическое обоснование системы применения удобрений, технологии внесения удобрений.**

В этом разделе студент должен обосновать запроектированную систему применения удобрений в севооборотах и удобрения отдельных с.-х. культур.

Прежде всего, требуется подчеркнуть, что система удобрений - это планомерное применение органических и минеральных удобрений и способов химической мелиорации севооборотах хозяйства с целью повышения урожайности и качества с.-х. культур, повышения плодородия почв, повышения продуктивности труда и охраны окружающей среды от загрязнения. Особенно важная роль удобрений в экологическом плане в условиях интенсивного земледелия.

Одной из наиболее сложных задач в современной системе земледелия является обеспечение бездефицитного баланса гумуса.

Основой правильного построения современной системы применения удобрений должно быть рациональное совмещение в севооборотах органических и минеральных удобрений.

Студент обязан обосновать разработанную систему применения удобрений в севооборотах хозяйства с учётом биологических особенностей растений, плодородия почв, агрохимических свойств удобрений, доз, сроков их внесения.

Научная система применения удобрений в севообороте предусматривает постоянный контроль над возрождением плодородия почв, за балансом питательных веществ и гумуса в почвах. В связи с внедрением в с.-х. производство рыночных отношений необходимо оптимизировать нормы удобрений с учётом экономических и экологических показателей.

Эффективность удобрений зависит так же от степени совершенства технологий их использования. Современная промышленная технология применения удобрений предусматривает комплекс мероприятий: транспортирование, хранение, подготовка к внесению и внесение на поля севооборотов хозяйства. Поэтому необходимо рекомендовать хозяйству пропозиции по усовершенствованию технологи хранения, подготовки и внесения органических и минеральных удобрений.

## **8 Порядок сдачи курсовой работы и критерии оценки**

Курсовая работа должна отвечать по форме и содержанию предъявляемым требованиям.

Распечатанная курсовая работа помещается в прозрачный скоросшиватель. Курсовая работа должна быть сдана на кафедру на бумажном и электронном (диск) носителях, зарегистрирована в



лаборантской кафедры почвоведения, общего земледелия и растениеводства(аудитория 215).

После проверки преподавателем курсовая работа допускается к защите, и оценка выставляется в зачетную книжку студента.

## **9.Критерии оценки курсовой работы**

Оценка *«отлично»* выставляется, если тема курсовой работы раскрыта в полной мере, работа выполнена самостоятельно.

Представленный в курсовой работе материал свидетельствует о глубоком понимании автором рассматриваемых вопросов. Изложение материала работы отличается логической последовательностью, выполнены расчеты и заполнены все таблицы, теоретический материал сопровождается ссылками на литературные источники. Курсовая работа оформлена аккуратно, в соответствии с предъявляемыми требованиями. На ее защите даны полные ответы на все вопросы по ее содержанию.

Оценка *«хорошо»* выставляется, если раскрыто основное содержание темы, работа выполнена преимущественно самостоятельно. Представленный в ней материал свидетельствует о достаточно глубоком понимании автором рассматриваемых вопросов. Изложение материала работы отличается логической последовательностью, наличием ссылок на литературные источники, выполнены все задания и заполнены таблицы. Имеются недостатки, не носящие принципиального характера. Курсовая работа оформлена аккуратно, в соответствии с предъявляемыми требованиями. На ее защите даны ответы на все вопросы по ее содержанию.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется, если тема курсовой работы раскрыта частично, работа выполнена в основном самостоятельно. Не все рассматриваемые вопросы изложены достаточно глубоко, есть нарушения в расчетах и таблицах, ограниченно используются ссылки на литературные источники. Курсовая работа оформлена с некоторыми нарушениями предъявляемых требований. При ее защите даны ответы не на все вопросы.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется, если не раскрыта тема курсовой работы. Работа выполнена несамостоятельно, носит описательный характер. Ее материал изложен неграмотно, без логической последовательности, задания не выполнены, не заполнены таблицы, нет ссылок на литературные источники. Курсовая работа оформлена с грубыми нарушениями предъявляемых требований.

Курсовая работа, оцененная на *«неудовлетворительно»*, не допускается к защите.

## **Список рекомендуемой литературы**

- a) *основные учебники и учебные пособия*

1. Агроклиматический справочник Курской области
2. Агрохимия /Под ред. Б.А. Ягодина/. – М: Колос, 2002.-584с.
3. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. - М.: Колос, 1984.- 207 с.
4. Атлас почв России
5. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям.- М.: Росагропромиздат, 1988.- 255 с.
6. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп: ГУРИПП, «Адыгея», 2005-1012 с.

*б) дополнительная литература*

7. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Синицын Г.И. Система применения удобрений.- М.: Колос, 1984.- 269 с.
8. Минеев В.Г., Решне Е.Х. Агрохимия, биология и экология почвы. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 208 с.
9. Дерюгин И.П., А.Н. Кулюкин. Питание и удобрение овощных и плодовых культур.- М. МСХА.-1998.-326 с.
10. Научные основы применения удобрений на эродированных почвах Курской области (рекомендации).- Курск, 1980.- 28 с.
11. Научно обоснованная система ведения агропромышленного производства Курской области. - Курск, 1992.- 520 с.
12. Донских И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений. Агропромиздат: Ленинград, 1989.- 142 с.
13. Богдевич И.М., Юмкевич И.А. и Шатилова Р.В. Экологические аспекты применения удобрений в Белорусской ССР. Труды ВИАУ.
14. Каюмов М.К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур.- М.: Агропромиздат, 1989
15. Муха В.Д., Кочетов И.С., Муха Д.В., Пелипец В.А. Основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур.- М.: Изд-во МСХА, 1994.- 252 с.
16. Проектирование системы удобрения / Учебно-методическое пособие/ Под ред. В.Д. Мухи. - Курск, 1996.- 162 с.
17. Чуян Г.А. Баланс гумуса и питательных веществ в земледелии Курской области. - Курск, 1981.- 23 с.
18. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве.- М.: Колос, 1970.-24с.
19. Чуян Г.А., Пыхтин И.Г., Хмоленко М.И. Проектирование системы удобрения в севообороте ЦЧЗ. Информационный листок № 368.- Курск, 1985.
20. Механизация агрохимического обслуживания сельского хозяйства, Курск
21. Минеев В.Г., Решне Е.Х. Агрохимия, биология и экология почвы. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 208
22. Научные основы применения удобрений на эродированных почвах Курской области (рекомендации).- Курск, 1980.- 28 с.

- 23 Андреев С.С. Экономическая оценка минеральных удобрений // Агрохимический вестник. - 1999.- № 1- с. 20-22.
- 24 Органические удобрения: справочник(П.Д.Попов,В.И.Хохлов А.А.Егоров и др.-М.: Агропромиздат,1988
- 25Плодоводство/В.И.Черепяхин,В.И.Бабук, Г.И.Карпенчук; Под ред.В.И.Черепяхина.-М.:Агропромиздат,1991
- 26Плодовые и,ягодные культуры и технология их возделывания/В.И.Якушев, В.В.Шевченко, В.А.Кочеткова и др.; Под ред.В.И.Якушева.-2-е изд.перераб. и до.- М.: Агропромиздат,1988.п.
- 27 Прянишников Д.Н. Агрохимия.-М.:ОГИЗ-Сельхозгиз, 1940
- 28 Системы управления плодородия почв в Центрально- Черноземной зоне /Под ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова, Курск : Изд-во КГСХА, 1996, 136 с.
- 29 Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. - М. : Агропромиздат, 1991., 288 с.
- 30 Известкование кислых почв/ Под ред. И.С. Авдонины и др..- М.: Колос, 1976.- 303 с.
- 31 Научно обоснованная система ведения агропромышленного производства Курской области. - Курск, 1992.- 520 с.
- 32 Еськов А.И., Новиков М.Н. Проблемы производства и использования органических удобрений // Агрохимический вестник. - 1998.- № 4. -с.29-32.
- 33 Состав и питательность кормов: Справочник И.С.Шумилин, Г.П.Державина, А.М.Артюшин и др.; Под ред.И.С. Шумилина.-М.: Агропромиздат,1986
- 34 Практикум по агрохимии/Под редакцией В.В.Кидина.- М.:КолосС, 2008.- 599 с.
- 35 Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев.- Минск: Урожай, 1978.- 272 с.
- 36 Удобрения в интенсивных технологиях возделывания с.-х. культур / А.М. Артюшин, И.П. Дерюгин, А.Н. Кулюгин, Б.А. Ягодин. ; Под ред. И.П. Дерюгина. - М.: Агропромиздат, 1991. - 223 с.
- 37.Минеев В.Г., Рудай И.Д., Хабарова А.И. Научные основы эффективного использования удобрений в ЦЧЗ: Научные основы применения удобрений по зонам страны, вып. 28. М.: 1981.
- 38.Удобрения садов/ Г.К.Карпенчук, С.С.Рубин, П.Г.Копытко и др.К.- Урожай.1984
- 39 Питание и удобрение садовых культур / Г.К.Карпенчук, С.С.Рубин, П.Г.Копытко и др.К.-Урожай.1991
- 40 Удобрения в интенсивных технологиях возделывания с.-х. культур / А.М. Артюшин, И.П. Дерюгин, А.Н. Кулюгин, Б.А. Ягодин. ; Под ред. И.П. Дерюгина. - М.: Агропромиздат, 1991. - 223 с.
- 41 Церлинг В.В. Диагностика питания с.-х. культур: Справочник - М.: Агропромиздат , 1990. - 235 с.
- 42.Недбаев Расчет баланса гумуса

*Интернет-ресурсы*

- 1.Агрэколагический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения  
<http://www.agroatlas.ru/ru/>
- 2.Агрономический портал - сайт о сельском хозяйстве России  
<http://agronomiY.ru/>
- 3.Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2016 год.  
<http://www.mcx.ru/documents/document/show/16377.133.htm>

Титульный лист курсовой работы (пример)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курская государственная сельскохозяйственная академия  
имени И.И. Иванова»

Факультет агротехнологический  
Кафедра почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени  
проф.В.Д.Мухи  
Форма обучения очная

## КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Агрохимия»  
**Система применения удобрений в СХПК «Прогресс»  
Львовского района, Курской области**

Студент группы А-АГ141

А.Воронюк

Преподаватель  
к.с.-х.н., доцент

Е.В.Малышева

КУРСК - 20

ения

1.Вынос питательных веществ из почвы урожайностью  
сельскохозяйственных культур на 1 ц основной и побочной  
продукции , кг

Культура	Продукция	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	2	3	4	5
Озимая пшеница	Зерно	3,2	1,1	2,6
Яровая пшеница	- « -	4,2	1,1	2,5

Рожь озимая	- « -	2,9	1,2	2,8
Кукуруза	- « -	3,0	1,0	3,0
Ячмень яровой	- « -	2,7	1,1	2,6
Овес	- « -	3,2	1,4	2,8
Просо	- « -	3,3	0,9	3,4
Гречиха	- « -	3,0	1,5	3,9
Горох	- « -	6,6	1,5	2,0
Вика	- « -	6,7	1,4	1,7
Люпин	- « -	6,0	1,7	3,3
Лен	Семена	4,7	1,8	2,1
Конопля	- « -	4,3	2,3	2,6
Подсолнечник	- « -	5,7	2,7	11,4
Свекла сахарная	Корнеплоды	0,5	0,13	0,5
Свекла кормовая	- « -	0,4	0,12	0,5
Кукуруза	Зеленая масса	0,25	0,10	0,35
Вика-овес	- « -	0,35	0,12	0,45
Горох	- « -	0,7	0,15	0,2
Люпин	- « -	0,6	0,11	0,3
Рожь озимая	- « -	0,3	0,12	0,45
клевер	Сено	1,9	0,6	1,5
Люцерна	- « -	2,6	0,6	1,5
	- « -			
Клевер с тимофеевкой		1,4	0,6	2,0
Тимофеевка	- « -	1,6	0,7	2,4
Природные луга	- « -	1,7	0,7	1,8
Многолетние травы	- « -	1,7	0,5	1,5
Картофель	Клубни	0,5	0,22	0,8
Капуста	Головки	0,33	0,13	0,44
Помидоры	Плоды	0,26	0,04	0,36
Морковь столовая	Корнеплоды	0,32	0,10	0,5
Огурцы	Плоды	0,17	0,14	0,26
Лук	Луковицы	3,0	1,2	4,0
Свекла столовая	Корнеплоды	0,27	0,15	0,43
Овощные и ягодные	Овощи и ягоды	0,5	0,3	0,6

Год действий	С органическими удобрениями			С минеральными удобрениями		
	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
Первый	20 - 25	25 - 30	50 - 60	50 - 60	15 - 20	50 - 60
Второй	20	10 - 15	10 - 15	5	10 - 15	20
Третий	10	5	-	5	5	-

В целом	50 - 55	40 - 50	60 - 75	60 - 70	30 - 40	70 - 8
---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------

2. Средний коэффициент использования питательных веществ с/х культурами с удобрениями, %

3. Ориентировочный коэффициент использования питательных веществ с различными видами органических удобрений за 1 год, %

Удобрения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Навоз и компосты	20 - 25	30 - 50	50 - 70
Перегной	50	-	80
Птичий помет	30	40	90
Фекалий	50	40	70
Зола	-	25	70

4 Использование питательных веществ растением из почвы при низкой, средней и высокой обеспеченности элементами питания, %

Культура	N*, мг на 100 г почвы			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг на 100 г почвы			K <sub>2</sub> O, мг на 100 г почвы		
	До 5	6-10	11-15	До 5	6-10	11-15	До 5	6-10	11-15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Черноземы и серые лесные почвы									
Озимая пшеница	34	25	23	11	9	5	17	13	12
Озимая рожь	20	16	13	7	6	5	11	10	10
Яровые зерновые	25	19	17	10	9	7	20	16	14
Гречиха	16	12	11	7	6	5	19	16	14
Кукуруза на зерно	35	26	24	12	9	8	31	23	19
Сахарная и кормовая свёкла	33	30	27	10	9	8	33	30	30
Картофель	21	21	20	9	9	9	33	30	30
Подсолнух	38	32	25	23	16	12	75	65	50
Вика	36	35	35	9	9	9	11	10	10
Горох	39	39	35	9	9	8	15	12	10
Многолетние травы	19	12	12	8	5	5	17	11	10
Капуста	40	35	28	18	14	11	44	38	22
Томат	34	25	19	6	5	5	38	34	27
Огурцы	18	17	15	10	9	8	27	21	17

Культура	N*, мг на 100 г почвы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг на 100 г почвы	K <sub>2</sub> O, мг на 100 г почвы
----------	-----------------------	---	-------------------------------------

	До 5	6-10	11-15	До 5	6-10	11-15	До 5	6-10	11-15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Дерново-подзолистые почвы</b>									
Озимая пшеница	32	24	23	10	8	8	14	12	11
Яровые зерновые и кукуруза на силос	23	18	16	9	6	5	17	14	12
Гречиха	10	8	8	6	6	6	10	10	10
Кукуруза на зерно	32	25	23	11	8	8	22	21	20
Картофель	29	23	23	12	10	10	37	37	37
Горох	38	33	27	9	7	6	10	10	8
Люпин(зерно)	25	24	21	9	5	5	12	11	8
Люпин(зеленная масса)	50	34	40	9	6	5	20	20	17
Лён	16	8	7	6	5	5	5	5	5
Многолетние травы	9	9	8	5	5	5	8	8	7

Культура	N*, мг на 100 г почвы			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг на 100 г почвы			K <sub>2</sub> O, мг на 100 г почвы		
	До 5	6-10	11-15	До 5	6-10	11-15	До 5	6-10	11-15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Черноземы и каштановые почвы?</b>									
Озимая пшеница	32	25	22	11	9	9	16	12	10
Яровая пшеница	23	21	20	6	6	5	10	8	7
Яровые зерновые и кукуруза на силос	25	20	18	10	8	7	20	17	15
Гречиха	14	12	10	7	6	5	20	15	13
Кукуруза на зерно	34	25	21	12	9	7	33	23	19
Сахарная и кормовая свёкла	31	28	27	10	8	8	33	30	30
Подсолнечник	38	30	29	19	16	15	76	61	58
Горох	39	35	28	10	9	8	13	11	9
Рис	24	22	18	5	5	5	17	17	17
Многолетние травы	20	16	15	8	6	6	17	15	13

5. Нормативы затрат минеральных удобрений на увеличение содержания фосфора и калия на 1 мг в 100 г почвы, кг/га

Типы почв	Механический состав почв	Затраты удобрений	Метод определения
-----------	--------------------------	-------------------	-------------------



		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Дерново - подзолистые	Песчаные и супесчаные	50 - 60	40 - 60	По Кирсанову
	Суглинистые	70 -90	60 -80	
	Тяжелосуглинистые и глинистые	100 - 120	80 - 100	
Дерново - подзолистые глеевые	В среднем	150 - 160	-	По Кирсанову
Серые лесные	Песчаные и супесчаные	70 - 80	60 - 70	По Кирсанову
	Суглинистые	90 - 100	70 - 80	
	Тяжелосуглинистые и глинистые	120 - 140	80 - 90	
Черноземные	Песчаные и супесчаные	80 - 90	80 - 90	По Кирсанову
	Суглинистые	90 - 100	80 - 90	
	Тяжелосуглинистые и глинистые	100 - 120	80 - 90	
Черноземы типичные и обыкновенные	Песчаные и супесчаные	90 - 100	80 - 90	По Чирикову
	Суглинистые	100 - 110	80 - 90	
	Тяжелосуглинистые и глинистые	120 - 130	80 - 90	
Каштановые	В среднем	90 - 110	-	По Мачигину

6. Коэффициенты перерасчета видов органических удобрений на подстилочный навоз при расчете баланса гумуса

Виды органических удобрений	Коэффициент перерасчета	Виды органических удобрений	Коэффициент перерасчета
Подстилочный навоз (влажность до 77%)	1	Компосты с навозом и птичьим пометом	1,3

Твердая фракция без подстилочный навоза	1	Птичий помет подстилочный (влажностью до 65%)	1,2
Без подстилочный полужидкий навоз (влажность 90 - 93%)	0,5	Птичий помет полужидкий (влажностью 80 - 90%)	0,65
Жидкий навоз (влажность 93 - 97%)	0,25	Солома с прибавлением 8 - 12кг/т N минеральных удобрений	3,4
Навозные стоки (влажность больше 97%)	0,1	Озерный ил (влажностью 60%)	0,25
Торфонавозные компосты	1,2	Сидеральные удобрения	0,25

7. Максимальные дозы азотных удобрений под основными с/х культурами, кг/га

Культуры	Полесье	Лесостепь			Степь юга	Орошаемые земли
		Центр и запад	Восток	Север и центр		
Многолетние травы, подсолнечник, гречка, просо	70 - 80	70 - 80	60 - 70	60 - 70	60 - 70	-

Озимая рожь, ячмень, овес, свекла столовая	100 - 110	100 - 120	100	70 - 80	70 -80	-
Однолетние травы, картофель, кукуруза на силос, огурцы, морковь, лук	120	120 - 140	110	90 - 100	90 - 100	130 - 150
Озимая пшеница	140	140	130	120	120	160
Кукуруза на зерно, помидор, капуста	150	150	120 - 140	100 - 130	90 - 120	150 - 180
Сахарная свекла	160	160	145	145	130	180
Кормовая свекла	180	180	165	160	-	200
Культурные	250	300	160	160	140	360

#### 8. Бонитет почв России под основными культурами по природным зонам

Зоны	Культуры							
	Техниче ские и кормовы е	Зерно вые без кукур узы	Озим ая пшен ица	Кукур уза	Сахар ная свекл а	Карто фель	Подсо лнечн ик	Лен
Полес ье	47	48	49	60	61	62	-	49
Лесост епь	68	66	66	66	66	65	68	43
Степь	59	64	62	56	58	-	71	-
Россия (в средне м)	60	62	61	61	62	63	70	48

#### 9. Поправочный коэффициент для бонитетов почвы под озимую пшеницу

...

На чистых парах -1,25

На занятых парах -1,08  
 Под кукурузу на силос -1,00  
 Под стерню? = 0,93

#### 10. Цена 1 балла в центнерах основной продукции в зонах России

Культуры	Зоны			В среднем по России
	Полесье	Лесостепь	Степь	
Зерновые (без кукурузы)	0,35	0,36	0,34	0,34
Озимая пшеница	0,36	0,38	0,35	0,36
Кукуруза	0,36	0,40	0,50	0,42
Сахарная свекла	2,25	2,40	2,15	2,20
Картофель	2,00	1,50	-	1,80
Подсолнечник	-	0,20	0,21	0,21
Лен	0,10	0,12	-	0,10

#### 11. Цена 1 балла для Курской области ц/га

Культура	Цена	Культура	Цена
Зерновые	0,42	Картофель	1,32
Озимая пшеница	0,44	Кукуруза на силос	4,37
Озимая пшеница	0,35	Кормовые корнеплоды	6,40
Ячмень	0,41	Подсолнечник	0,20
Кукуруза на зерно	0,57	Подсолнечник	0,28
Кукуруза гибридная	0,57	Гречка	0,44
Кукуруза на зерно	0,75	Горох	0,36
Просо	0,48	Однолетние травы на сено	0,48
Просо	0,39	Однолетние травы на зеленый корм	2,30
Сахарная свекла	4,00	Многолетние травы на сено	0,66
Сахарная свекла	6,00	Многолетние травы на зеленый корм	4,51

12. Уравнения регрессии для расчета массы растительных остатков по урожаю основной продукции, ц/га

Культуры	Остатки
----------	---------

	Поверхностные	Корневые
Озимая рожь	$x = 0,32y + 13,5$	$x = 0,71y + 10,0$
Ячмень	$x = 0,29y + 6,8$	$x = 0,54y + 9,3$
Овес	$x = 0,19y + 14,8$	$x = 0,42y + 8,4$
Кукуруза на зерно	$x = 0,20y + 1,6$	$x = 0,83y + 7,2$
Гречка	$x = 0,28y + 8,5$	$x = 0,65y + 11,5$
Просо	$x = 0,5y + 7,4$	$x = 0,57y + 12,6$
Горох	$x = 0,21y + 4,5$	$x = 0,36y + 8,9$
Вика	$x = 0,21y + 4,5$	$x = 0,36y + 8,9$
Сахарная свекла	$x = 0,005y + 2,8$	$x = 0,06y + 5,7$
Подсолнечник	$x = 0,41y + 3,2$	$x = 1,16y + 4,9$
Картофель	$x = 0,68y + 0,5$	$x = 0,07y + 8,0$
Овощи	$x = 0,068y + 0,5$	$x = 0,07y + 8,0$
Бахчевые продовольственные	$x = 0,068y + 0,5$	$x = 0,07y + 8,0$
Кормовой буряк	$x = 0,003y + 2,4$	$x = 0,05y + 5,2$
Кукуруза на зеленый корм	$x = 0,006y + 5,7$	$x = 0,10y + 13,5$
Озимая пшеница на зеленый корм	$x = 0,07y + 7,5$	$x = 0,07y + 8,9$
Травы на сено:		
однолетние	$x = 0,12y + 6,8$	$x = 0,50y + 13,3$
многолетние	$x = 0,12y + 5,9$	$x = 1,02y + 4,7^*$

13. Коэффициенты гумификации растительных остатков и навоза в пахотном слое почвы.

Культура	Коэффициент гумификации	Культура	Коэффициент гумификации
Озимая пшеница	0,20	Бахчевые продовольственный	0,13
Озимая рожь	0,20	Кормовая свекла	0,12
Ячмень	0,22	Кукуруза на силос	0,17
Овес	0,22		
Кукуруза на зерно	0,20		
Гречка	0,22	Озимая пшеница на зеленый корм	0,13
Просо	0,22	Травы на сено:	
Горох	0,23	однолетние	0,22
		многолетние	0,25
Вика	0,23	Бахчевые кормовой	0,13
Сахарная свекла	0,10		
Подсолнечник	0,14	Навоз (сухие вещества)	0,23
Картофель	0,13		
Овощи	0,13		

14. Среднегодовые размеры минерализации гумуса в почвах под культурами и в черном пару, т/га

Культура	Размер минерализации гумуса т/га	Культура	Размер минерализации и гумуса т/га
Черный пар	2,00	Овес	1,20
Озимая пшеница на зеленый корм	1,24	Вика	1,50

Однолетние травы	1,10	Сахарная свекла	1,59
Многолетние травы	0,60	Подсолнечник	1,39
Проса	1,10	картофель	1,61
Гречка	1,10	Овощи	1,60
Горох	1,50	Бахчевые продовольственны й	1,60
Озимая пшеница	1,35	Бахчевые кормовой	1,60
<b>Озимая рожь</b>	<b>1,35</b>	Кормовая свекла	1,60
Ячмень	1,23	Кукуруза на силос	1,47

### 15. Современный ассортимент минеральных удобрений и их структура

Удобрения	Внос минеральных веществ %	Структура
<b>Азотные</b>		
Натриевая селитра	16	1
Мочевина	46	10
Аммиачная селитра	35	54
сульфат аммония	20 - 21	3
Аммиачная вода	16 - 20	10
Аммиакаты	18 - 35	10
Безводный аммиак	82	6
Карбомидно - аммиачные смеси	25 - 32	1
Другие		5
<b>Фосфорные</b>		
Суперфосфат двойной	40 - 50	45
Суперфосфат простой гранулированный	20	30
Суперфосфат простой порошкообразный	19	10

Фосфатшлак		5
Приципитат	20	5
Фосфоридная мука	19 - 30	5

1	2	3
<b>Калийные</b>		
Хлористый калий	58 - 62	67
Калийная соль	30 - 40	21
Сульфат калия	48 - 52	1
Калимагнезия	28 - 30	4
Калийно - магниевый концентрат	18 - 20	4
Каинит		3
<b>Минеральные удобрения всего Из них комплексные</b>		100
		27
Амофос	11 - 46 0	50
Диаммофос	20 - 52 - 0	20
Нитрофос	24 - 14 - 0	3
нитроаммофоска	17 - 17 - 17	3
Нитрофоска		3
Кристаллин	17 - 17 - 6	1
ЖКУ (жидкие комплексные удобрения)	10 34 - 0	20



## 16. Сокращенные названия удобрений

Наа – Аммиачная селитра  
На – Аммоний сернокислый  
Nm – Мочевина  
Nc – Натриевая селитра  
Nkc – Кальцевая селитра  
Nва – Аммиачная вода  
Np – Жидкий аммиак  
Нам – Аммиакаты  
Pc – Суперфосфат простой  
Pcd – Суперфосфат двойной  
Pп – Прецитат  
Pфш – Фосфатшлак  
Pcg – Суперфосфат гранулированный  
Kmk – калийно-магневый концентрат  
Kn - канит  
Nk – Калийная селитра  
Kc - сильвинит  
АФ - амофос  
ДАФ - диамофос  
НФК - нитрофоска  
НАФК - нитроамофоска  
НФ - нитрофос  
ФС фосфат мочевины  
ПФА – полифосфат аммония  
МФК метафосфат калия  
Роф – обесфторенный фосфат  
МФА —метафосфат аммония  
Pф – Фосфорная мука  
ЖКУ – жид ком. удобрение  
КРН - кристаллин  
Kx – Хлористый калий  
МФУ – мочевино-формальдегидное удобрение  
Kck – Сульфат калия  
КАС – карб-аммиачная смесь  
Kk – Калийная соль  
Km – Калимагnezия

17. Ориентировочные нормы  $\text{CaCO}_3$  (т/га) в зависимости от pH и гранулометрического состава почвы

Почва	pH <sub>KCl</sub>								
	4,0	4,1 - 4,5	4,6	4,7 - 4,8	4,9 - 5,0	5,1 - 5,3	5,4 - 5,5	5,6 - 5,7	5,8 - 6,0
Песчаные и глинисто-песчаные	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	-
Супесчаные	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	-
Легкосуглинистые	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0	1,5
Средние и тяжелые суглинистые	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,0

Зона, грунт	$\text{P}_2\text{O}_5$ кг/га			$\text{K}_2\text{O}$ , кг/га		
	Обеспеченность почвы					
	низкий	средний	оптимальный	низкий	средний	оптимальный
1	2	3	4	5	6	7
<b>Запланированная урожайность до 200 ц/га</b>						
Полесья Дерново-позолистые	60	45	30	120	90	60

глинисто-песчаные, супесчаные и легкосуглинистые						
Прикарпатье Дерново оподзоленные	60	45	30	90	60	45

### 18. Дозы фосфорных и калийных удобрений для плодоносных садов

Лесостепь Светло-серые и серые- лесные легко- среднесуглинистые:	60	45	30	120	90	60
при содержании междурядий под черным паром	90	60	45	120	90	60
при содержании междурядий под дерниной	60	45	30	120	90	60
Темно- серые лесные, черноземы легко, средне и тяжело	90	60	45	150	120	90
суглинистые; При содержании междурядий под черным паром: орошаемые сады; выщелоченные при содержании междурядий под дерниной: орошаемые сады; выщелоченные	120	90	45	180	150	120

Степь						
Черноземы обычный и южный суглинистый и легкосуглинист ый:	60 90 120 90 90 120	45 60 90 60 60 90	30 45 90 45 60 60	60 60 90 60 90 120	45 45 60 45 60 90	30 30 45 30 45 60
неорошаемые сады орошаемые сады при содержании междурядий под дерниной Темно- каштановая суглинистая и легкосуглинист ой: Неорошаемые сады при содержании междурядий под черным паром орошаемые сады при содержании междурядий под дерниной						
Запланированная урожайность 200 ц/га и более						
Полесья Дерново-						

позолистые глинисто-песчаные, супесчаные и легкосуглинистые	90	60	45	180	120	90
Лесостепь Светло-серые и серые лесные супесчаные, легкосуглинистые: при содержании междурядий под черным паром при содержании под дерниной Темно-серые лесные, черноземные орошаемые и выщелоченные средне суглинистые: Под содержанием междурядий под дерниной: неорошаемые сады орошаемые сады	90 120 90 120 90 135	60 90 60 90 60 90	45 60 45 60 45 60	180 210 180 210 210 225	120 150 120 150 180 180	90 90 90 90 90 120
Степь Черноземы  неорошаемые сады выщелоченные сады при содержании междурядий под дерниной Темно-каштановый суглинистый и легкосуглинистый: Неорошаемые сады Орошаемые сады при содержании междурядий под черным паром Орошаемые сады при содержании междурядий под дерниной	90 120 150 90 120 150	60 90 120 60 90 120	45 60 90 45 60 90	90 90 120 60 90 120	75 60 60 45 60 90	60 45 45 30 45 60

--	--	--	--	--	--	--

19. Ориентировочна доза удобрений дл плодородных садов, кг/га азота  
[25,26,38,39]

Зона грунта	Урожайность, ц/га		
	100-200	200-300	более 300
Полесья			
Дерново- подзолистый	90-130	130-150	150
Свело- серый лесной	70-110	110-130	130
Лесостепь			
При содержании грунта под черным паром:			
Светло- серых и серый лесных	90-100	100-120	120
Темно- серых, лесных и черноземов( )	60-90	90-110	110
	120-150	150-180	180
	100-120	120-160	160
Орошении в садах при дерново-перегнойной системе содержания междурядий:			
Светло- серых и серых лесных			
Темно- серых лесных и черноземов( )			
Степь			
Черноземы обыкновенные и южные: Неорошаемые сады (черный пар)	60-90	90-110	110

Орошаемые сады:	90-100	100-120	120
При содержании грунта под черным паром	120-130	130-150	150
При дерново- перегнойной системе содержания междурядий			

План внесения удобрений  
Полевой севооборот №1 поле №3

Год	Предшественник	Культура	Урожайность	Площадь, га	Агрохимические группы	Основное				
						Название	Потребление на 1га			Потребность удобрений, ц
							действующее в-во	Действующее в-во с учетом агрохим. Группы, кг	удобрения	
1999	пар	Озимая пшеница	50	115,7	РН-36,7 Рс-79,0 КН-115,7	Рс Рс Кх	Р <sub>100</sub> Р <sub>100</sub> К <sub>100</sub>	Р <sub>120</sub> Р <sub>100</sub> К <sub>70</sub>	6,0 5,0 1,2	220, 0 395, 0

										138,8
2000	Озимая пшеница	Сахарная свекла	350	115,7	РнКп-36,7	Нф Рс Кн	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> <sup>(70)</sup> K <sub>104</sub>	5,0 5,8 9,5	183,5 212,9 348,7
					РсКп-79,0	Нф Рс Кн	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> <sup>(70)</sup> K <sub>104</sub>	5,0 2,6 9,5	395,0 205,4 750,5

Пометка. Цифры указанные в скобках показывают сколько действующего вещества содержится в комплексном удобрении

Рдковое			Подкормка				Общая потребность в удобрениях на поле				
Название удобрений	Потребность 1га		Потребность на все поле	Название удобр.	Потребность 1га		Потребность на все поле	Минеральных, ц.д.р.			Органических
	д.в.кг	ц			д.в.кг	ц		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Рсг	P <sub>10</sub>	0,5	57,9	N <sub>aa</sub> N <sub>aa</sub> N <sub>м</sub>	N <sub>60</sub> N <sub>30</sub> N <sub>30</sub>	1,8 0,9 0,7	203,3 104,1 80,9	13 9	135	81	3471
N <sub>aa</sub> Рсг Кх	N <sub>10</sub> P <sub>15</sub> K <sub>10</sub>	0,3 0,8 0,2	34,7 92,6 23,2					15 0	178	132	



21. Агрехимический паспорт  
Поля 2 полевого севооборота №2, площадь 290,6 га

Озимая пшеница  
Сахарная свекла

	Предшественник	Культура	Агрехимическа группа	Площадь, га	Поправочный коэффициент на агрохимическую группу по		План внесения минеральных удобрений первый ряд- кг/га действовавшего в-ва второй ряд- форма удобрений, третий ряд- доза удобрений, ц/га								
					фосфору	калию	Основные (поправки на основную агрохим. группу)			Рдко вые			Подкормка		
							N	P	K	N	P	K	N	P	K
1990	Пар зернобобовой	Озимая пшени	Рс Кс, п	290,6	1,0	0,42*	90 Na 4.5	100 Рс 5.3	42 Кк 1,1		10 Рс 0,5		10 Na 0,9		

	одн оле тне й трав ы	иц а															
2000	Ози мая пше ниц а	Са ха рн ая све кла	Рс Кс, п	290,6	1,0	0,68*	120 Naа 3,5	120 Рс 6,0	82 К н 7,5	4 N с 0 , 4	15 Ра м 0,3						

Примечание: Числа указанные в круглых скобках показывают, какое количество кг.д.в. вносится в составе комплексных удобрений; в квадратных скобках числа характеризуют величину последствий соответствующих удобрений \*- средневзвешенный поправочный коэффициент

Всего NPK кг.д.в на 1 га	Окупаемость 1ц.д.в урожаем,ц	План внесения навоза, т\га	Окупаемость 1т.орган удобрен,ц	Бонитет почвы			Цена 1 балла, ц\га	Планируется получить за счет (ц\га)				Ресурсное (программ. Ур-ть)	Требуется на в		
				За счет плодородия	Поправочный коэф.	остаточный		Плодородие почвы	удобрений	В т.ч			Органических, т	Минер	
										органических	минеральных			N	P
330	4,1	30	0,20	65	1,14	74	0.44	32.6	19.5	6	13,5	32.6	8718	349	3
405	21,2			43	1,0	43	4.15	178	132	[32]	[14] 86	178		378	3



				1 раз в два года	Под глубокое дискование
Наа	80	2,3	3,7	2 раза: весной и после опадения завязи	Под культивацию
Рсд	40	1,0	1,6	Раз в 2 года осенью	Под дискование
Кск	60	1,2	1,9		
				1 раз в два года	Под глубокое дискование
Наа	40	1,2	1,9	После схода снега	Под культивацию
Рсд	40	1,0	1,6		
Кск	60	1,2	1,9	1 раз в два года осенью	Под дискование

### 23. Экономическая эффективность применения удобрений

№ поля	Культура	Приём внесения удобрений	Форма удобрения	Внесено на 1 га удобрений, ц	Стоимость удобрений, руб		Затраты на применение удобрений, на 1 га		
					1 ц	На 1 га	На транспортировку	На внесение	
3.	Сахарная свёкла	Основное	Навоз*	300	-		51,00**	8,17**	
			Наа	3,5	28,8	100,84	1,05	4,50	
			Рс	6,0	1	240,06	1,81	4,70	
			Кн	7,5	40,0	44,55	2,26	5,08	
					1				
		Припосевное	Нс	0,4	5,94	6,74	0,12	4,10	
			Рам	0,3		23,03	0,09	4,10	
			Кк	0,3	16,8	4,99	0,09	4,10	
					5				
					76,7	Σ420,2	Σ56,42	Σ34,7	
		7		1		5			
		16,6							
		3							

\*Навоз вносится перед посадкой

\*\*Половина расходов

Расходы	Все	Прибавка	Стоимость	Стоимость	Усл	Уровень
---------	-----	----------	-----------	-----------	-----	---------

на сбор дополните льной продукци и, руб	го затр ат, руб				1 ц продукции, руб		дополнительной продукции, полученная за счёт удобрений руб			ов- но чист ый дох од, руб	рентабель ности, %
		Осно вная	Допол ни- тельна я		Основ ной	Ко рм. ед.	Осно вная	По- боч ная	Все го		
			ц.к.ед								
94,40	605, 78	118	4 7	7, 5	9,00	40, 80	1062	306	136 8	762, 22	126

## Содержание

Предисловие	4
1. Общие сведения о хозяйстве	6
2. Рекомендованные оптимальные нормы внесения органических и минеральных удобрений под отдельные с.-х. культуры.	8
3. Накопление и распределение органических удобрений	9
3.1 Расчет выхода навоза	9
3.2 Потеря навоза при хранении	10
3.3 Приготовление компостов	11
3.4 Расчеты по использованию удобрений в парниках и теплицах	13
3.5. План распределения органических удобрений	14
4. Проектирование системы применения удобрений	16
4.1. Планирование приемов химической мелиорации почв	16
4.2. Проектирование системы удобрения в севооборотах	18
4.2.1 Система применения удобрений по рекомендациям в полевом севообороте на черноземе обыкновенном	19
4.2.2. Система применения удобрений по фактической их насыщенности	20
4.2.3 Система применения удобрений в садах	21
4.3. Расчетно – балансовые методы	23
4.3.1. Расчет норм удобрений на запланированный урожай или его прибавку на основе выноса питательных веществ	23
4.3.2 Метод расчета норм удобрений по нормативам затрат удобрений на единицу урожая	25
5. Ежегодные планы внесения удобрений	28
5.1 Составление планов внесения удобрений по полям севооборота	28

5.2 Агрохимический паспорт	34
6. Анализ запроектованной системы применения удобрения	38
6.1 Баланс гумуса в почвах хозяйства.	38
6.2. Баланс элементов питания в почвах хозяйства	40
6.3 Потребность в органических и минеральных удобрениях на год	42
6.4 Экономическая эффективность применения удобрений	43
7. Агрохимическое и экологическое обоснование системы применения удобрений, технологии внесения удобрений	47
8 Порядок сдачи курсовой работы и критерии оценки	47
9. Критерии оценки курсовой работы	47
Список рекомендуемой литературы	49
Приложения	52