

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра агрономии

***Методические рекомендации по написанию
курсовой работы по агрохимии***

для обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия

Магас, 2023

Составители:

Доценты: к.б.н. Леймоева А.Ю., к.б.н. Хашагульгова М.А., к.с.-х.н. Хашагульгов У.А.

Рецензенты:

Бадургова К.Ш. – к.с/х.н., первый заместитель директора КНИИСХ

Костоева Л.Ю. – к.с/х.н., доцент кафедры агрономии

Одобрено и рекомендовано УМС ИнГГУ (протокол № 10 от 28 июня 2023 г.)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Правильно организованная система применения удобрений обеспечивает получение запланированных урожаев хорошего качества при одновременном снижении себестоимости сельскохозяйственной продукции и повышении почвенного плодородия.

К разработке курсовой работы студент должен приступить, имея четкое представление о свойствах удобрений и почвы, биологических особенностей культур, севооборота или многолетнего насаждения, их требованиях к условиям питания в различные периоды роста, характера взаимоотношений между растением, почвой и удобрением, об эффективности способов применения удобрений в различных почвенно-климатических условиях. Курсовая работа по агрохимии имеет целью закрепить и углубить знания студента в области системного подхода к использованию удобрений. В итоге будущий агроном должен получить представление о принципах построения системы удобрения севооборота.

В дополнение к разработанной на всю ротацию севооборота системе применения удобрений составляет ежегодные планы использования удобрений в каждом поле. При этом исходят из фактической обеспеченности органическими и минеральными удобрениями. Наряду с этим в годовом плане находят отражение возможные изменения состава культур, погодные условия вегетационного периода, плодородие почвы отдельных полей севооборота. В годовом плане разрабатываются дозы, сроки, способы внесения удобрений под каждую культуру с учетом плановых заданий по производству растениеводческой продукции, особенностей питания, агротехники, порядка чередования культур, погодных условий года и т.д.

Студент при расчете доз удобрений под отдельные культуры севооборота должен исходить из того, что в настоящее время сложилось два основных направления по определению доз удобрений.

Первое направление. Дозы удобрений устанавливают по результатам полевых опытов. На основании их разрабатываются рекомендации в зональном аспекте. Составляя ежегодные планы применения удобрений в севообороте, агроном уточняет рекомендованные дозы с учетом имеющихся в хозяйстве агрохимических картограмм.

Второе направление. Дозы удобрений определяют балансовыми расчетными методами, которые позволяют прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур. При этом за основу применяется потребность (продуктивный вынос) в элементах минерального питания. Балансовые расчетные методы определения доз удобрений особенно приемлемы в орошаемом земледелии.

В последние годы все больше уделяется внимание комплексному методу расчета с использованием почвенной и растительной диагностики, учитывая также преимущества и недостатки подходов обоих направлений. В многолетнем насаждении определение потребности в удобрениях лучше вести на основании результатов опытов, а также комплексным методом, беря за основу продуктивный (отчуждаемый с урожаем) вынос элементов питания планируемым урожаем или по нормативам затрат удобрений на прибавку урожая с учетом плодородия почвы сада и предшествующей удобренности.

Все методы позволяют получать урожаи, близкие к планируемым. Однако правильно разработанная система удобрения в севообороте должна быть и экономически выгодной для хозяйства.

Курсовая работа является завершением теоретического курса и лабораторного практикума по агрохимии. Успешно выполненная курсовая работа допускается к защите, где необходимо дать разъяснения по ее основным разделам.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХОЗЯЙСТВЕ

1. Республика, область и район _____

2. ГУП _____

3. Сложившаяся специализация _____

4. Землепользование хозяйства: пахотной земли: _____ га, садов _____ га,
сенокосов и пастбищ _____ га

Таблица 1

Характеристика климатических условий

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Осадки, мм													
Многолетние													
Температура воздуха, °С													
Многолетняя													Средняя месячная

Количество осадков за вегетационный период, мм _____

Продолжительность вегетационного периода, дней _____

Таблица 2

Почвы и их агрохимическая характеристика

№ п/п	Тип и подтип почвы	Площадь, га	Гумус, %	рН	Мг-экв/100 г почвы			Степень насыщенности основаниями	Подвижные формы, мг/100 г почвы		
					натрия	гидролит. кислотность	сумма погл. оснований		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

Урожайность сельскохозяйственных культур

№ п/п	Культура	Урожайность, ц/га		
		В среднем за последние 3 года	План на год освоения севооборота	прибавка
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Рекомендуемый или принятый в хозяйстве севооборот

№ п/п	Чередование культур	Площадь, га

[illegible]

НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Необходимо вспомнить состав и свойства агрохимических удобрений, условия их правильного хранения, предотвращающие потери питательных элементов и загрязнение окружающей среды, рациональную технологию применения - сроки, нормы и способы внесения.

Для расчета применения навоза или других органических удобрений необходимо, в первую очередь, произвести расчет его производства в хозяйстве. Одним из следующих способов.

Первый способ - накопление навоза.

Таблица 5

Накопление навоза

	Продолжительность стойлового периода, дней	Количество голов	Выход навоза за 1 год, т		Выход навозной жижи, т	
			от 1 головы	всего	от 1 головы	всего
Лошади взрослые	200					
Крупный рогатый скот	200					
Молодняк крупного рогатого скота	200					
Овцы						
Птица						
Будет приобретено						
Всего						

Второй способ. Расчет выхода навоза ведется по формуле

$$K + П * 4$$

$$H = \frac{\quad}{2},$$

2

где H- количество навоза, т.

K- количество израсходованных кормов, т. (берется половина потому, что примерно такое количество переходит в навоз).

П - подстилка

4- коэффициент для перевода сухих веществ в сырой навоз, т.к. в навозе содержится примерно 1/4 сухих веществ и 3/4.

Для увеличения выхода навоза можно предусмотреть увеличение расхода соломы, опилок, торфа в подстилку, приготовления компостов - навоза - земляной, навоза - торфяной и т.д.

В системе мер по накоплению органических удобрений необходимо предусмотреть использование заправки соломы, посев самостоятельных, пожнивных зернобобовых и бобовых культур с их последующей заправкой в почву, введение посевов многолетних трав в севооборот, приготовление компостов.

В зависимости от условий выращивания зеленого удобрения на 1 га запахивается 35-45 т сырой органической массы, что почти равнозначно 30 т/га подстилочного навоза.

Недостаток зеленого удобрения заключается в том, что содержит меньше фосфора и калия, чем навоз, что исправляется добавлением фосфорных и калийных удобрений.

В качестве зеленого удобрения используют яровой и озимый рапс, бобов злаковые смеси, однолетний и многолетний люпин, донник и др. культуры. Одна тонна соломы по образованию гумуса приравнивается к 3,5 полуперепревшего навоза. Одновременно с соломой в почву вносится N-0,5%, P₂O₅-0,2 и K₂O-0,8%. При этом с соломой необходимо запахать азот 0,5 - 1,3% соломы, или 80 кг N:

Накопление органических удобрений и насыщенность ими севооборотов должны быть возможно большими, но реальными для данных условий. Затем устанавливается насыщенность севооборота органическими удобрениями, понимая под этим количество органических удобрений, приходящихся на 1 га пашни.

В обосновании баланса необходимо дать план мероприятий, обеспечивающих получение запланированного количества органических удобрений - навоза, компостов посев сидератов, дать предложения по улучшению хранения навоза.

Итого компостов_____ (т)

Всего будет накоплено органических удобрений_____ (т)

Всего требуется органических удобрений_____ (т)

Заключение о возможном накоплении органических удобрений.

Таблица 6

Приготовление компостов

Вид компоста	Состояние компостируемых материалов	Компостируемого материала, т				Всего компостов, т
		навоза	торфа	фосфоритной муки		

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ХОЗЯЙСТВА В УДОБРЕНИЯХ

Определение места внесения и дозы органических удобрений

Определение норм удобрений в севообороте начинают с распределения между севооборотами органических удобрений, а внутри севооборота - между культурами.

Распределяют органические удобрения, обеспечивая ими в первую очередь овощные, кормовые и специализированные культуры, исходя из их ценности. После определяют этого, место и норму внесения органических удобрений внутри севооборота.

При этом в зерновых севооборотах удобрения вносят под озимые, а в зернопропашных - под пропашные культуры. В севооборотах с техническими культурами - под предшественники или непосредственно под эти культуры:

Распределение органических удобрений между озимыми и пропашными культурами в зернопропашном севообороте зависит от схемы севооборота, вида пропашной культуры и почвенных условий. Так, под картофель, при предшественнике озимые, лучшие органические удобрения следует дать под озимые, а картофель будет использовать их последствие. Получаем при этом на обоих полях высокий урожай. Если же между озимыми и картофелем разрыв в несколько лет, то органические удобрения необходимо вносить под картофель непосредственно.

Овощные культуры по-разному отзываются на органические удобрения. Одни - огурцы; лук, капуста, ранний картофель, томаты лучше отзываются на непосредственное под посев внесение; другие - корнеплоды – лучше отзываются на последствие. Корневая система этих культур отличается меньшей способностью усваивать питательные элементы из почвы и удобрений, многие чувствительны к концентрации солей почвенного раствора (морковь, лук, огурцы).

Овощные севообороты в производственных условиях отличаются большей насыщенностью органическими удобрениями. Нормы их в нечерноземной зоне 50-60 т/га. ~ 80- 100 т/га в отдельных хозяйствах. На черноземах и каштановых почвах эти нормы ниже 30-40 т/га, но при орошении 50-60 т/га. Под озимую пшеницу, которая больше чем яровые зерновые оплачивает удобрение прибавкой урожая, вносят от минимума 15-20 т/га в среднем 20-30 т/га, а при орошении норма 30-40 т и вносят, как правило, под предшествующую культуру.

Норма органических удобрений под кукурузу на зерно на дерново - подзолистых почвах до 50 т/га, лесостепной зоне - 30 т/га, степной - 20 т/га.

Запахивают его с осени под пахоту, а на песчаных и супесчаных почвах во влажных районах и орошении целесообразно, во избежание потерь элементов питания, запахивать весной под перепашку зяби.

Под картофель на дерново-подзолистых почвах вносят 36-40 т/га навоза, на черноземах - 20-30 т/га; под сахарную свеклу в зависимости от почвенно-климатических зон для урожая 300-350 ц/га вносят 20-30 т/га.

Пример расчета норм удобрений по рекомендациям с использованием поправочных коэффициентов следующий (табл.7.).

**Примерные поправочные коэффициенты к нормам удобрений под
сельскохозяйственные культуры в зависимости от обеспеченности
почвы подвижными формами азота, фосфора и калия**

Класс	Обеспеченность почвы подвижными формами питательных веществ	Зерновые, зернобобовые, однолетние и многолетние травы	Пропашные культуры	Овощные, технические культуры
1.	Очень низкая	1,5-2,0	Без предварительного окультуривания урожай не обеспечивается	
2.	Низкая	1,3-1,5	1,5-2,0	
3.	Средняя	1	1,3-1,5	1,5-2,0
4.	Повышенная	0,5-0,7	1	0,3-0,5
5.	Высокая	0,3-0,5	0,3-0,5	1 только для фосфорных удобрений
6.	Очень высокая	0-0,3	0-1,3	

Дерново-подзолистая почва содержит 80 мг P_2O_5 на 1 кг почвы, т.е. относится к III классу по обеспеченности этим элементом питания (табл. 8). Рекомендуемая норма фосфорного удобрения при возделывании ячменя на такой почве равняется 100 кг на га. При выращивании ячменя на поле с низким содержанием P_2O_5 (II класс) норма будет равняться $100 \times 1,5 = 150$ кг, а на почвах с высоким содержанием P_2O_5 на 1 га. В нашем примере на почвах III класса поправочный коэффициент для зерновых равен «1». Поэтому норма внесения удобрения остается 100 кг.

Таблица 8

Группировка почв по обеспеченности питательными веществами, мг на 1 кг почвы

Класс	Обеспеченность	Метод Тюрина содержание гумуса, %	Содержание азота			Метод Мачигина		Метод Кирсанова	
			Метод Кравкова NO_3	Метод Тюрина и Кононовой легкогидролизруемый		P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
				pH 5	pH 5-6				
I.	Очень низкая	0-0,2	Менее 5,0	40	30	Менее 10	Менее 100	2,5	40
II.	Низкая	2,1-4,0	5,1-8,0	50	40	11-15	101-200	25-50	40-80
III.	Средняя	4,1-6,0	8,1-15,0	50-70	40-60	16-30	201-300	50-100	80-120
IV.	Повышенная	6,1-8,0	15,1-30,0	70-100	60-80	31-45	301-400	100-150	120-170
V.	Высокая	8,1-10,0	30,1-60,0	100-140	80-120	46-60	401-600	150-250	170-250
VI.	Очень высокая	Более 10	Более 60	140	120	Более 60	Более 600	Более 250	Более 250

Под культуры севооборота студент должен определить нормы удобрений методом, который называется расчетным или балансовым.

Расчетный или балансовый метод позволяет прогнозировать урожай. Наиболее распространенным является расчет нормы удобрения на запланированную урожайность.

При определении норм, удобрений этим методом надо знать:

1. Вынос питательных веществ с урожаем, который не трудно рассчитать используя данные справочной литературы и приложения в конце бланка.

2. Запасы подвижных питательных веществ на 1 га в пахотном слое почвы. Для этого содержание подвижных питательных веществ, выраженное в мг на 100 г почвы умножают на коэффициент 30 и получают их запасы (в кг на 1 га) в пахотном слое.

3. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы удобрений (приводится в приложении).

Больше питательных веществ из почвы используется пропашными культурами продолжительным вегетационным периодом, а на почвах легкого механического состава коэффициент использования фосфора несколько выше, чем на тяжелых.

Используя справочные и ли данные, имеющиеся в хозяйстве, студент устанавливает расчетным методом нормы удобрений для всех культур севооборота.

Пример расчета

Планируемая урожайность картофеля — 250 ц клубней с 1 га. По таблице или справочникам находим, что 1,0 ц основной и соответствующее количество побочной продукции выносят N- 0,6, P₂O₅ - 0,2 кг и K₂O - 0,9 кг. Табл.9. строка 1.

При планируемой урожайности с 1га вынос питательных веществ составит: строка 2.

Азота $250 \times 0,6 = 150$ кг (N),

фосфора $250 \times 0,2 = 50$ кг (P₂O₅)

калия $250 \times 0,9 = 225$ кг (K₂O)

Дерново - подзолистая почва относится по обеспеченности подвижными формами питательными веществ к III классу и содержит: N- 5,0 мг, P₂O₅ - 5,0 мг, K₂O - 10,0 на 100 г. почвы. строка 3.

В пахотном слое 1 га содержится: строка 4.

N - 150 кг (5,0х30)

P₂O₅- 150 кг (5,0х30)

K₂O- 300 кг (10,0х30)

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы принимаются следующие:

N-20%, P₂O₅- 10% и K₂O- 20% строка 5.

Следовательно, из почвы для создания урожая будет использовано:

N-30 кг, P₂O₅- 15 кг. K₂O-60 кг $\frac{150 \times 20}{100} * \frac{150 \times 10}{100} * \frac{300 \times 20}{100}$ строка 6.

Для получения планируемой урожайности надо внести с удобрениями на 1 га:

$150-30=120$ кг азота. $50-15=35$ кг P_2O_5 $225-60=165$ кг K_2O .

строка 1 - строка 6

Под картофель намечено внести 40 т навоза на 1 га, содержащего 0,5% N, 0,25% P_2O_5 , 0,6% K_2O . с которым на 1 га будет внесено 200 кг азота, 100 кг P_2O_5 , 240 кг K_2O

строка 7.

Растения используют из навоза в первый год

строка 8.

N- 20%, P_2O_5 - 30%, K_2O -50%, N -40, P_2O_5 -30, K_2O - 120кг

$$\frac{200 \times 20}{100} \cdot \frac{100 \times 30}{100} \cdot \frac{240 \times 50}{100}$$

100 100 100

строка 9.

С минеральными удобрениями надо внести 1 га:

строка 10

$$120-40 = 80 \text{ кг N}$$

$$3,5 - 30 = 5,0 \text{ кг } P_2O_5$$

$$165 - 120 = 45 \text{ кг } K_2O$$

С учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрений (N-60%, P_2O_5 -20%, K_2O - 80%) гектарные нормы внесения должны равняться:

строка 11.

$$\frac{80 \times 100}{60} = 133 \text{ кг N}$$

строка 12.

60

$$\frac{45 \times 100}{20} - 25 \text{ кг } P_2O_5$$

20

$$\frac{45 \times 100}{80} = 56 \text{ кг } K_2O$$

80

Формы удобрений устанавливаются с учетом биологических особенностей культуры и хозяйственных возможностей. Если имеются аммиачная селитра (34% N), суперфосфат простой (д.в.20% P_2O_5) и хлористый калий (д.в. 60% K_2O) то их потребуется на га:

строка 13

$$\text{аммонийной селитры } 133: 34 = 3,9 \text{ ц,}$$

$$\text{суперфосфата } 25:20 = 1,2 \text{ ц,}$$

$$\text{хлористого калия } 56: 60 = 0,9 \text{ ц.}$$

Таким образом, для получения запланированного урожая - 250 ц клубней; картофеля с 1 га - при соблюдении технологии возделывания необходимо внести навоза и 6,0 ц указанных форм минеральных удобрений на 1 га.

Затем планируют прибавку урожая и рассчитывают необходимые для количества питательные веществ. Для этого надо определить вынос питательных веществ, прибавкой урожая и с учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрений установить необходимую норму. Рассчитанную на прибавку урожая норму удобрений корректируют с помощью поправочных коэффициентов зависимости от плодородия почвы.

Расчет доз удобрений на запланированный урожай по выносу NPK

	Показатель	Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га			
		орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Вынос питательных веществ с 1 ц продукции, кг												
2.	Вынос запланированным урожаем, кг												
3.	Содержание в почве подвижных питательных веществ, мг/100г												
4.	Запасы в почве подвижных питательных веществ, кг/га												
5.	Коэффициенты усвоения из почвы, %												
6.	Будет использовано из почвы с учетом коэффициентов усвоения, кг/га												
7.	Будет внесено с навозом, кг/га												
8.	Коэффициенты усвоения питательных веществ из навоза в первый год, %												
9.	Будет использовано из навоза с учетом коэффициента усвоения, кг												
10.	Необходимо довести питательных веществ из минеральных удобрений, кг												
11.	Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, %												
12.	Следует внести питательных веществ с минеральными удобрениями с учетом коэффициентов усвоения, кг/га												
13.	Следует внести удобрений в физическом весе, ц/га												

Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га				Культура _____ планируемый урожай, _____ц/га			
орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орга нич.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ СЕВООБОРОТА

Система удобрения севооборотов хозяйства - это организационно-хозяйственный, агрохимический, агротехнический, экономический и экологический комплекс мероприятий, направленных на выполнение научно-обоснованного плана применения удобрений, в котором предусматриваются виды и нормы удобрений, сроки их внесения и способы заделки под сельскохозяйственные культуры, с целью увеличения не только урожая, и качества продукции, но и сохранения плодородия почв.

Система удобрения севооборота предусматривает:

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

В условиях конкретного хозяйства, когда возникает необходимость разрабатывать систему удобрений для севооборота при ограниченной обеспеченности минеральными удобрениями.

При разработке системы применения удобрений учитываются следующие факторы:

Климатические условия. В зонах достаточного увлажнения и при орошении эффективны повышенные, дозы удобрений и подкормки. При недостаточном и неустойчивом увлажнении предпочтение отдается основному и припосевному удобрению. Подкормки, могут быть не эффективны при недостатке влаги.

Почвенные условия. На кислых почвах необходимо проводить известкование, на солонцеватых - гипсование.

На черноземах обыкновенных, южных и каштановых почвах в первом минимуме находится фосфор, поэтому предпочтение следует отдавать фосфорным удобрениям. Рекомендуемое соотношение N: P: K= 1: 1-1,2 : 0,4-0,5.

На черноземах выщелоченных и слитых, лугово-черноземных почвах, лимитирующим фактором является азот. Поэтому особое внимание уделяется азотным удобрениям. Рекомендуемое соотношение N: P: K= 1: 0, 7: 0,5.

Составление системы применения удобрений начинают с размещения органических удобрений. При планировании размещения органических удобрений следует учитывать общее их количество в хозяйстве и степень насыщенности полей севооборота, которая может составлять от 3 до 10 т/га пашни. Навоз следует вносить, прежде всего, под пропашные культуры от 40 до 60 т/га. Учитывая, что навоз обладает продолжительным действием, последующее его внесение должно быть не ранее, чем через три года. В садах и на виноградниках навоз вносят при закладке под плантаж в плодоносящих садах и виноградниках 1 раз в 3-4 года.

Навозную жижу вносят в виде подкормок на пропашных культурах в дозе 3-10 т/га, птичий помет - под культивацию в дозе 5-6 т/га. При значительном накоплении навозной жижи и птичьего помета можно планировать их внесение и под основную обработку почвы.

Бактериальными препаратами обрабатывают семена бобовых культур при посеве. Сидераты (зеленые удобрения) применяют различными способами в тех случаях, когда мало или совсем нет органических удобрений. При сочетании навоза с минеральными удобрениями, доза минеральных удобрений снижается на 50%.

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

При недостатке минеральных удобрений в хозяйстве планировать внесение удобрений следует в первую очередь под ведущие культуры севооборота: зерновые, овощные культуры, сахарную свеклу. Под второстепенные культуры можно ограничиться последствием удобрений и припосевным внесением.

Эффективным приемом является и подкормка, особенно в зоне достаточного увлажнения.

Разработанная система удобрения севооборота оформляется в виде таблицы (таблица 10).

В конце таблицы необходимо представить следующие расчеты по севообороту:

1. Количество действующего вещества на гектар: по элементам (N, P_2O_5 , K_2O), по приемам использования и всего.

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

3. Распределение удобрений по действующему веществу и в процентах по приемам использования, принимая суммарное количество азота, фосфора, калия за 100%.

4. в среднем на гектар пашни севооборота планируется действующего вещества, кг.

N, P_2O_5 ____, K_2O ____, навоза ____ т.

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

Система удобрений в _____ севообороте, кг/га д.в.

№ поля	Наименование культур	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Норма удобрений				Основное			При посеве		Подкормки		
				органич., т/га	минеральные			Под зябь		Под пред посев. культив. N	минеральные		минеральные		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	органич., т/га	минеральные		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
									P ₂ O ₅	K ₂ O					
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															
7.															
8.															
9.															
10.															
11.															
12.															
13.															
Насыщенность, д.в. кг/га															
Насыщенность удобр., ц/га															
Всего:															

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Составляется календарный план внесения и приобретения минеральных удобрений на всю площадь севооборота, соблюдая примерные календарные сроки сельскохозяйственных работ (таблица 11).

Правильно составленный календарный план применения удобрений значительно повышает организационно-хозяйственную деятельность бригады, отделения и хозяйства в целом, является по существу рабочим планом бригады или звеньев по организации всех работ и одновременно позволяет главным специалистом контролировать правильно выполнения плановых заданий.

При таком, научно обоснованном и последовательном подходе к разработке системы удобрений в севообороте, при прочих удовлетворительных условиях, естественно гарантировано получение плановых урожаев и систематическое планомерное повышение плодородия почв.

Таблица 11

Календарный план применения удобрений в севообороте

Сроки внесения	Номера полей	Удобряемая площадь, га	Потребность в удобрениях							
			Органические, т/га		Минеральные, ц/га					
			навоз	компост	аммиачная селитра	сульфат аммония	суперфосфат	фосфоритовая мука	хлористый калий	калийная соль
Под зяблевую вспашку										
Под озимь: припосевное										
Подкормки озими и трав										
Под яровые: припосевное										
Подкормки под яровые										

Потребность в удобрениях для севооборота

Азотные	Физический вес туков, т	Фосфорные	Физический вес туков, т	Калийные	Физический вес туков, т
Аммиачная селитра		Суперфосфат простой		Хлористый калий	
Мочевина		Суперфосфат двойной		Калийная соль	
Сульфат аммония		Фосфоритная мука		Сульфат калия	
Комплексные удобрения					
Прочие удобрения					
Всего					
В стандартных туках, т					

Описание и обоснование сроков, способов внесения и форм применяемых удобрений под каждую культуру севооборота
(с учетом почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур, севооборота и т.д.)

В обосновании к плану распределения удобрений в севообороте необходимо охарактеризовать биологические особенности возделываемых культур. При этом надо остановиться на таких моментах как:

1. Сорт выращиваемой культуры и его краткая характеристика.
2. Отношение данной культуры к реакции среды и концентрации питательного раствора.
3. Вынос питательных веществ с урожаем и динамика их поглощения по фазам развития.
4. Желательные формы для данной культуры.

С учетом особенностей растений и почвенно-климатических условий на основании данных таблицы 10, указать дозу удобрений при разных сроках внесения, глубину их заделки, машины, которые используются в хозяйстве для внесения удобрений.

Описание и обоснование приемов внесения

№ поля	Наименование культуры	Описание и обоснование приемов внесения удобрений

БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЕВООБОРОТЕ

Обоснованным способом проверки правильности разработанной систем удобрения в севообороте является расчет баланса питательных элементов при ее разработке.

Основными статьями прихода в балансе являются удобрения, симбиотические свободно живущие азотфиксаторы, а расхода - вынос питательных элементов урожаями, выщелачивание их в грунтовые воды, эрозия и денитрификация. Если предположить, что поступление азота в почву с атмосферными осадками, семенами фиксированного свободно живущими азотфиксаторами примерно равно потерям его счет вымывания, денитрификации то наиболее существенными статьями баланс останутся: внесение удобрений, азотфиксация симбиотическими азотфиксаторами вынос питательных элементов с урожаем.

Вместе с тем даже при относительно высоких урожаях многолетних трав обогащение почвы азотом за счет деятельности клубеньковых бактерий составляет мизерную величину, потому что они одновременно выносят большое количество этого элемента с урожаем. Так для получения 25-30 ц/га зерна и более зернобобовых нужно хотя бы наполовину удовлетворить их потребность в азоте удобрениями.

При разработке системы удобрения в севообороте по многолетних трав; можно не включать азот ни в приходную, ни в расходную статьи, баланса, но это ни в коей мере не относится к фосфору и калию.

Итак, мы установили, что баланс при этих условиях определяется по двум статья вынос с урожаем и внесение удобрений.

Так как научно обоснованная система удобрений наряду с повышением урожайности и его качества обеспечивает и улучшение плодородия почв (его повышение и выравнивание по отдельным показателям), то баланс питательных элементов при этом должен быть, казалось бы, только положительным по все элементам. Но, известно, что почвы разных типов неоднородны по потенциальному плодородию вообще, а по эффективному плодородию, в еще большей степени, так как в пределах одной почвенной разности могут отличаться по механическому составу, содержанию органического вещества, обеспеченности подвижными формами питательных элементов, кислотности и так далее.

Большое влияние на баланс питательных элементов оказывает, при всех прочих равных условиях, общий уровень урожайности сельскохозяйственных культур, так как ростом урожайности возрастает, как правило, вынос питательных элементов с урожаем В этом случае особенно возрастает значение большого положительного баланса.

Учитывая возможные коэффициенты использования питательных элементов удобрений и основные задачи научно обоснованной системы удобрения в севообороте, можно считать, что на почвах со средним уровнем эффективно, плодородия (III-IV класс), баланс питательных элементов должен быть положительным и количественно выражаться в процентах к выносу с урожаем следующих величинах:

В зависимости от плодородия конкретного участка количественные показатели баланса могут изменяться.

Поскольку почвы всех типов неодинаковы по плодородию по отдельным элементам то и баланс в зависимости от этого по отдельным элементам может колебаться

**Примерные количественные показатели баланса
питательных элементов при разном плодородии**

Питательные элементы	Плодородие почвы по всем питательным элементам		
	Низкое (I и II класс)	Среднее (III и IV класс)	Высокое (V и VI класс)
N	+20-30	+10-20	+10-0
P ₂ O ₅	+130-150	+80-100	до 5
K ₂ O	+15-20	+10-0	+20-0

Составив план распределения удобрений, студент должен установить, как сложится примерный баланс гумуса и питательных веществ в севообороте.

При определении баланса гумуса и питательных веществ в севообороте необходимо:

1. Подсчитать потери гумуса и вынос питательных веществ планируемыми урожаями
2. Установить поступление азота, фосфора, калия и почву с органическими и минеральными удобрениями.
3. Сделать заключение о балансе гумуса и питательных веществ в севообороте. В случае необходимости дать рекомендации по его улучшению.

Баланс гумуса в почве

Система применения удобрений в севообороте должна предусматривать непереносное, расширение воспроизводство гумуса в почве. В зависимости от системы интенсификации земледелия и почвенно-климатических условий потери гумуса от его минерализации составляют ежегодно 0,4-4,0 тонн с 1 га. Восполнение потерь осуществляется за счет гумификации органического вещества пожнивных и корневых остатков, а главным образом, внесением органических удобрений.

Рекомендации по поддержанию бездефицитного и положительного баланса основываются на следующих средних данных (таблица 14).

Таблица 14

**Показатели минерализации гумуса, восполнение его потерь за счет пожнивных и
корневых остатков и коэффициент гумификации навоза**

Район	Ежегодная минерализация гумуса в почве, т/га			Восполнение гумуса за счет остатков, т/га			Коэффициент гумификации навоза, %
	под зерновыми	под пропашными	в чистом пару	зерновых	пропашных	многолетних	
1.Центральный район нечерноземной зоны	1,0	1,5	1,7	0,5	0,2	0,6	20
2.Центрально-черноземный	0,7	2,0	2,2	0,4	0,25	0,8	30
3. Поволжский	0,5	2,0	2,2	0,4	0,2	0,6	25
4.Северокавказский	0,7	2,5	2,8	0,7	0,35	0,8	25

Исходя из данных табл. 14, основную часть гумуса необходимо внесением органических удобрений. При существующей структуре посевов сельскохозяйственных культур, росте урожайности, потери гумуса не могут восполняться корневыми и пожнивными остатками и поэтому для каждого севооборота необходимо установить норму органических удобрений.

Пример расчета баланса гумуса в севообороте

Таблица 15

Баланс гумуса в севообороте

№ поля	Культура	Площадь, га	Содержание гумуса в почве		Минерализуется, т/га	Восполняется за счет пожнивных корневых остатков, т/га
			%	т/га		
1.	Многолетние травы	100	2,3	69	0,6	0,6
2.	Многолетние травы	102	2,4	72	0,6	0,6
3.	Озимая пшеница	102	2,3	69	1,0	0,4
4.	Картофель	100	2,2	66	1,5	0,2
5.	Овес	1	2,2	66	1,0	0,4
6.	Кукуруза на силос	99	1,7	51	1,5	0,2
7.	Ячмень с подсевом многолетних трав	103	2,1	63	1,0	0,4
8.	Итого	707			7,2	2,8
9.	Среднее	101	2,2	65	1,03	0,4

Дефицит гумуса равен $1,03 - 0,40 = 0,63$ т или 630 кг на 1 га

На поля вносится навоз с содержанием сухого вещества 22% или 220 кг на 1 тонну. Коэффициент гумификации равен 20%.

Количество гумуса, образующегося от 1 т навоза равно:

Из 100 кг – 20 кг $X = \frac{220 \times 20}{100} = 44$ кг

Из 220 кг – X 100

Дефицит гумуса по севообороту составляет в среднем 630 кг или 0,63 на 1 га. Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса необходимо ежегодно вносить в среднем на 1 га пашни севооборота 630: 44 = 14 т навоза или соответствующее ему количество другого органического удобрений - расчетная насыщенность севооборота органическими удобрениями.

Фактическая насыщенность севооборота органическими удобрениями, навозом, например – 18 т на 1 га. Тогда восполнение потерь гумуса за счет вносимых органических удобрений составляет $18 \times 44 = 792$ кг на 1 га, а баланс гумуса: кг на 1 га будет равняться 162 кг ($792 - 630$)

Процент к расчетной величине считают так: дефицит гумуса равен 630 кг (100%), вносим 792 кг, или X%. Тогда

$$X = \frac{792 \times 100}{630} = 125\%$$

При отрицательном балансе следует определить необходимое дополнительное количество органического удобрения в расчете на 1 га пашни севооборота ежегодно. В своей работе студент обязан сделать расчеты для конкретного севооборота (таблица 16).

Баланс гумуса в предлагаемом севообороте

[illegible][illegible]

Баланс азота (N)

№ поля	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрением	с минер. удобрением	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг

Баланс фосфора (P₂O₅)

№ поля	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрением	с минер. удобрением	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг

Баланс калия (K₂O)

№ поля	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрением	с минер. удобрением	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг

Таблица 20

Баланс питательных веществ в севообороте (в среднем кг на га пашни)

Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Убыль всего			
В том числе: вынос урожаем			
Поступило в почву всего			
В том числе:			
с органическими удобрениями			
с минеральными удобрениями			
Баланс (+ -)			
Интенсивность баланса (возмещение выноса), %			

Обоснование баланса гумуса и питательных веществ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ В СЕВООБОРОТЕ

При оптимальных сочетаниях органических и минеральных удобрений, их правильном применении повышается агрономическая и экономическая эффективность удобрений.

Для расчета экономической эффективности учитывают следующие основные данные (из материалов бухгалтерского учета в хозяйстве):

- стоимость удобрений по прейскуранту оптовых цен;
- затраты на доставку удобрений до хозяйства и поля с учетом складских транзитных наценок,
- затраты на хранение и складскую переработку удобрений в хозяйстве;
- затраты на уборку, доработку и перевозку дополнительной продукции, на хранение и реализацию дополнительного урожая;
- средний процент накладных расходов, относимых на себестоимость продукции

Наиболее широко используемым показателем экономической эффективности применения удобрений является условно чистый доход и окупаемость затрат, связанных с применением удобрений.

Результаты заносят в таблицу 21

Энергетическую эффективность (биоэнергетический КПД) определяют по формуле:

$$E = \frac{V}{A}, \text{ где}$$

V – количество энергии, полученной прибавки основной продукции от применения удобрений, МДж;

A – энергозатраты на применение удобрений, МДж.

Значение V определяют по формуле:

$$V = U_n \times R_j \times I \times 100, \text{ где}$$

U_n - прибавка урожая основной продукции с/х культуры от удобрений, ц/га;

R_j - коэффициент перевода единицы с/х продукции в сухого вещества;

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

100 - коэффициент перевода ц в кг.

Энергетические затраты (A) на применение минеральных удобрений определяют по формуле:

$$A = (N_n \cdot a_n) + (N_p \cdot a_p) + (N_k \cdot a_k) \text{ МДж, где}$$

N_n , N_p , N_k - соответственно фактическая доза внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений, кг/га д.в.;

a_n , a_p , a_k - энергетические затраты в расчете на 1 кг, д.в. азотных фосфорных и, калийных удобрений.

Результаты заносят в таблицу (форма 22).

Расчет экономической эффективности применения удобрений

№ п/п	Культура	Площадь, га	Внесено удобрений, ц/га	Стоимость удобрений, руб	Затраты на внесение удобрений, руб	Всего за- трат на применение удобрений	Затраты на уборку и перевозку доп. Про- дукции, руб	Прибавки урожая от удобрений	Стоимость прибавки, руб/га	Условно чистый до- ход, руб			Рентабельность, %
										с 1 га	со всей площади	на 1 руб затрат	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
	В среднем с 1 га												
	Всего												

Энергетическая эффективность системы применения удобрений в севообороте

Культура севооборота	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой продукции (к.ед. на кг д.в.)	Биоэнергетический КПД удобрений, ед.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Вынос питательных элементов с/х культурами

№ п/п	Культура	Вынос с 1 ц основной продукции, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Озимая пшеница	3,0	1,3	2,5
2	Озимая рожь	2,4	1,2	2,6
3	Озимый ячмень	2,3	1,1	2,2
4	Кукуруза на зерно	2,6	1,0	3,0
5	Кукуруза на силос	0,5	0,2	0,4
6	Кукуруза на зеленый корм	0,3	0,1	0,3
7	Подсолнечник на семена	4,6	2,6	8,6
8	Подсолнечник на силос	0,3	0,2	0,6
9	Гречиха о	2,2	1,5	4,0
10	Овес	2,5	1,4	2,9
11	Горох	4,5	1,6	2,2
12	Картофель	0,62	0,24	0,95
13	Сорго на зерно	2,0	0,7	0,9
14	Однолетние травы на сено	1,4	0,6	2,0
15	Однолетние травы на зеленый корм	0,3	0,13	0,45
16	Многолетние травы на сено	2,0	0,6	1,5
17	Многолетние травы на зеленый корм	1,6	0,43	0,9
18	Вика	5,5	1,4	1,6
19	Люпин на зеленое удобрение	5,8	1,9	4,7
20	Соя	6,3	1,6	1,8
21	Естественные сенокосы	1,7	0,7	1,8
22	Свекла кормовая	0,5	0,2	0,7
23	Свекла сахарная	0,6	0,2	0,6
24	Свекла столовая	0,4	0,2	0,5
25	Капуста белокочанная	,04	0,2	0,5
26	Морковь	0,32	0,15	0,5
27	Огурец	0,26	0,22	0,36
28	Томаты	0,37	0,12	0,34
29	Лук	0,30	0,25	0,45
30	Тыква столовая	0,22	0,13	0,24
31	Арбуз	0,12	0,03	0,17
32	Дыня	0,5	0,3	0,6
33	Виноград	0,20	0,14	0,5
34	Яблоня	0,14	0,10	0,12
35	Груша	0,15	0,10	0,18
36	Слива	0,34	0,10	0,43

Выход навоза от различных животных в год

Вид животных	Норма подстилки на 1 голову в сутки, кг			Количество выделений от 1 головы в сутки		Продолжительность стойлового периода, сутки	Выход полупрепавшего навоза в год от 1 головы, т	Выход навозной жижи от 1 головы, т
	3-6	5-6	3-6	20-30	10-15			
КРС						220-240	8-9	2,2-3,6
						200-220	7-8	2,0-3,3
						180-200	6-7	1,8-3,0
						180	4-5	1,5
Лошади						220-240	6-7	0,9-1,4
						200-220	5-6	0,8-1,3
						180-200	4-5	6,7-12
						180	3-4	0,6
Свиньи		2	2-3	1,2-3,0	2,5-4,5	220-240	1,5-2,0	0,5-0,9
						200-220	1,2-1,5	0,4-0,8
						180-200	1-1,2	0,3-0,7
						180	0,8-1,0	0,6
Овцы	1	-	-	1,5-2,5	0,6-1,0	220-240	0,8-0,9	0,11-
						200-220	0,7-0,8	0,23
						180-200	0,6-0,7	0,1-0,2
						180	0,4-0,5	0,99-0,180,13
От 4000 голов птиц							6	
кур							8	
уток							11	
гусей								

Приложение 3

Примерные коэффициенты использования растениями питательных веществ

Показатели	Условия	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз и компосты				
Питательные вещества используются в первый год, %	При орошении	30	40	75
	Без орошения	25	30	60
Питательные вещества используются во второй год, %	При орошении	15	20	10
	Без орошения	25	30	25
Навозная жижа				
Питательные вещества используются в первый год, %		50	-	80
Птичий помет				
Питательные вещества используются в первый год, %		30	40	90
Минеральные удобрения				
Питательные вещества используются в первый год, %		60	20	70
Питательные вещества используются во второй год, %		10	15	10
Почвы				
Подвижные формы питательных веществ используются растениями, %		20	10	20

Содержание основных питательных элементов в органических удобрениях

Виды удобрений	Влажность, %	Содержание питательных веществ, % сырой массы			Коэффициент пересчета в подсти- лочный навоз
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Навоз КРС подстилочный	75	0,50	0,25	0,60	1,00
Навоз КРС полужидкий	85	0,30	0,12	0,33	0,60
Навоз КРС жидкий	95	0,10	0,06	0,11	0,20
Компост торфонавозный (1:1)	70	0,56	0,22	0,47	1,00
Сапропель	60	0,42	0,07	0,00	0,80
Солома злаковых	18	0,50	0,20	0,90	
Солома бобовых	18	1,20	0,25	0,60	
Птичий помет подстилочный	40	2,00	1,81	0,97	3,00
Птичий помет сухой	14	4,10	3,90	2,00	7,00
Компост торфо-пометный (1:1)	70	0,83	0,74	0,41	1,40

Приложение 5

Содержание действующего вещества в минеральных удобрениях

Удобрения	Содержание действующего вещества, %
Азотные удобрения (в пересчете на N)	
Аммиачная селитра	34,8
Карбамид для сельского хозяйства	46,0
Сульфат аммония сорт I, II	20,5
Аммиак водный, технический	20,5
Аммиак жидкий синтетический (в пересчете на аммиак)	99,6
Селитра натриевая	16,1
Сульфат аммония	17,0
Селитра кальциевая техническая	15,5
Удобрения аммонийные жидкие	20,5
Жидкие углеаммиаки	29,0
Удобрения жидкие (плав)	30,0
Фосфорные удобрения (в пересчете на P₂O₅)	
Суперфосфат двойной	42-47
Суперфосфат из апатитового концентрата (порошок)	20
Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата	20±1,0
Суперфосфат аммонизированный из фосфоритов Каратау (в пересчете на P ₂ O ₅)	15
Мука фосфоритовая	20-30
Преципитат удобрительный из отходов желатинового производства: сорт I сорт II	37,5 35,0
Калийные удобрения (в пересчете на K₂O)	
Хлористый калий	58-62
Калийная соль смешанная	40,0
Сульфат калия технический: сорт I сорт II	48,0 45,0
Калимагнезия	29,0±1,0

Содержание энергии и коэффициент перевода продукции в сухое вещество

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

Приложение 7

Энергозатраты на производство промышленных минеральных и местных удобрений

Вид удобрений	Энергозатраты, МДж/кг д.в.
Промышленные минеральные удобрения:	
азотные	86,8
фосфорные	12,6
калийные	8,3
Местные удобрения:	
навоз (80% влажность)	0,42
компосты (60% влажность)	1,70
известковые удобрения	3,80

