

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



C=RU, S=Ставропольский
край, L=Ставрополь,
T=Первый проректор, O=""
ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ ""
СТАВРОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ""",
СНИЛС=00908046430,
ИНН=263507133790,
E=glbuh@stgau.ru, G=Иван
Вячеславович, SN=Атанов,
CN=Атанов Иван
Вячеславович

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института агробиологии и
природных ресурсов
Есаулко Александр Николаевич

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

Б1.О.09 Экспериментальная агрохимия

35.04.04 Агрономия

Агрохимические основы управления питанием растений и плодородием почвы

Магистр

очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;	ОПК-4.2 Разрабатывает планы, программы, методики и проводит научные исследования в области агрономии	знает основные элементы опыта, основы планирования опытов, системы удобрения, технологий возделывания сельскохозяйственных культур
		умеет планировать агрохимический опыт, выбирать методики исследований
		владеет навыками обосновывать элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур
ПК-5 Способен организовать проведение экспериментов (полевых опытов) по оценке эффективности инновационных элементов технологий в условиях производства и обработать результаты, полученные в опытах с использованием методов математической статистики	ПК-5.1 Организует проведение экспериментов в (полевых опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии) в условиях производства	знает виды удобрений и их характеристика (состав, свойства, процент действующего вещества), приемы, способы и сроки внесения удобрений, динамика потребления элементов питания растениями в течение их роста и развития.
		умеет рассчитывать дозы удобрений (в действующем веществе и физической массе) под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур с использованием общепринятых методов, выбирать оптимальные виды удобрений для сельскохозяйственных культур с учетом биологических особенностей культур и почвенно-климатических условий.
		владеет навыками разработка экологически обоснованной системы применения удобрений с учетом свойств почвы и биологических особенностей растений для обеспечения сельскохозяйственных культур элементами питания, необходимыми для формирования запланированного урожая, сохранения (повышения) плодородия почвы

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций

1.	1 раздел. Методологические основы проведения агрохимических исследований с применением агрохимикатов			
1.1.	Методологические основы проведения агрохимических исследований с применением агрохимикатов	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Собеседование, Устный опрос
2.	2 раздел. Методы исследований, статистическая оценка экспериментов с применением удобрений			
2.1.	Методы исследований, статистическая оценка экспериментов с применением удобрений	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Устный опрос
3.	3 раздел. Классификация и характеристика опытов			
3.1.	Классификация и характеристика опытов	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Коллоквиум
4.	4 раздел. Вегетационный опыт			
4.1.	Вегетационный опыт	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Коллоквиум
5.	5 раздел. Полевой опыт			
5.1.	Полевой опыт	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Собеседование, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи
6.	6 раздел. Основные методы статобработки: обобщенный, дисперсионный и корреляционный			
6.1.	Основные методы статобработки: обобщенный, дисперсионный и корреляционный	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Собеседование
7.	7 раздел. Экзамен			
7.1.	Проведение экзамена	2	ПК-5.1, ОПК-4.2	Собеседование
	Промежуточная аттестация			Эк

3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
Для оценки знаний			
1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

2	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
3	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
	Для оценки умений		
	Для оценки навыков		
	Промежуточная аттестация		
4	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Экспериментальная агрохимия"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМАМ

Тема : Логика и методология научного исследования. Научное творчество. Особенности современного этапа развития науки.

1. Какова роль философских идей, принципов и методов в обосновании и развитии научного исследования

2. Назовите уровни научного познания

3. Что такое научный метод и в чем его функция?

4. Назовите основные философские методы

5. Назовите основные общенаучные методы

6. По каким основаниям классифицируются научные исследования?

7. Назовите отличительные признаки научного исследования
8. Назовите методы эмпирического исследования
9. Назовите методы теоретического исследования
10. Назовите примеры частных научных методов
11. Каковы методологические принципы научного исследования?
12. Дайте определение понятию рациональность
13. Какова специфика научной рациональности?
14. Назовите исторические типы научной рациональности
15. Чем различаются между собой классический, неклассический и постклассический типы научной рациональности?
16. Назовите главные характеристики современной, постнеклассической науки
17. В чем сущность процессов дифференциации и интеграции научного знания?
18. Что такое синергетика?
19. Сформулируйте главные черты научно-информационного способа производства.

Тема: Основные методы исследований. Специальные методы - вегетационно-полевой, полевой, экспедиционный

1. Сравните вегетационно-полевой и вегетационный методы по условиям проведения и возможности переноса результатов в производство.
2. От каких факторов зависит выбор площади делянки в полевом опыте?
3. В каких случаях целесообразно использовать систематическое размещение вариантов, а в каких — рендомизированное?
4. Какие требования предъявляются к повторности полевых опытов с удобрениями?
5. Чем отличается прямой метод учёта урожайности от косвенного? В каких случаях применяют каждый?
6. Перечислите не менее пяти задач, решаемых экспедиционным методом.
7. Почему для комплексного агрохимического исследования необходимо сочетание нескольких методов?

Тема: Специальные методы - лабораторный, вегетационный, лизиметрический и метод полевого опыта

1. Составить схему полевого опыта по изучению эффективности трёх доз азотного удобрения (0, 60, 120 кг д.в./га) под озимую пшеницу. Указать: тип опыта, площадь делянки, число повторностей, схему размещения повторений, планируемую точность опыта (не более 3%).
2. Подготовить сообщение (5–7 мин) на тему: «Роль лизиметрического метода в изучении баланса элементов питания в условиях Ставропольского края».
3. Изучить по рекомендуемой литературе метод вегетационно-полевого опыта (цилиндры без дна) и его отличие от лизиметрического.

Тема : Группы и виды опытов

Составить схему трёхфакторного опыта по изучению: фактор А - 3 дозы азота, фактор В - 2 способа внесения, фактор С - 2 уровня полива. Рассчитать число вариантов.

Подготовить краткое сообщение (1–2 страницы) о любом длительном стационарном опыте в России или мире: история закладки, схема, основные результаты, значение для агрохимии.

Тема: Расчёт доз удобрений, размер делянки, методика отбора растительных и почвенных образцов

1. Что такое доза удобрения и в чём её выражают? (д. в. — действующее вещество, кг/га)
2. Чем балансовый метод расчёта доз отличается от нормативного?
3. Какие факторы определяют размер опытной делянки?
4. Чем руководствуются при выборе числа повторностей?
5. Какие требования предъявляются к отбору почвенных и растительных образцов?
6. В чём сущность балансового метода расчёта доз удобрений и его ограничения?
7. Как содержание подвижных форм элементов в почве влияет на расчётную дозу?
8. От каких факторов зависит минимально допустимый размер опытной делянки?
9. Зачем нужна учётная (урожайная) часть делянки и как она соотносится с общей

площадью?

10. Чем отличается индивидуальная проба от объединённой (смешанной)?

11. В каких фазах развития растений наиболее информативен отбор образцов для диагностики питания?

12. Какие ошибки отбора проб приводят к недостоверным результатам опыта?

Тема: Схемы вегетационного опыта. Учёт урожая и его структура в вегетационном опыте

1. В чём принципиальное отличие вегетационного опыта от полевого?

2. Какие типы вегетационных опытов вы знаете (почвенный, песчаный, водный, проточный)?

3. Что такое сосуд Митчерлиха и каковы его характеристики?

4. Каковы требования к почве, используемой для вегетационного опыта?

5. Что такое принцип единственного различия и как он реализуется в сосудном опыте?

6. Какие элементы структуры урожая определяют у зерновых и пропашных культур?

7. Чем сплошной учёт урожая в сосуде отличается от учёта в полевом опыте?

8. Назначение и типы вегетационных опытов.

9. Подготовка вегетационного опыта. Ключевые требования.

10. Принципы составления схем: целенаправленность, наличие контроля, системность.

11. В чём преимущества вегетационного метода перед полевым при изучении действия удобрений?

12. Какие ограничения имеет вегетационный метод и можно ли прямо переносить его результаты на полевые условия?

13. Почему в вегетационном опыте повторность может быть меньше (3–4), чем в полевом (4–6)?

14. Почему сосуды необходимо периодически переставлять местами?

15. Какой элемент структуры урожая внёс наибольший вклад в прибавку от азота — число стеблей, число зёрен или масса 1000 зёрен?

16. Почему при дозе N_{120} урожай снизился по сравнению с N_0 и какие элементы структуры отреагировали на это в первую очередь?

17. Как соотносятся результаты сосудного опыта (в условных ц/га) с типичными данными полевого опыта? Реалистичны ли полученные прибавки?

18. Составить схему вегетационного опыта для изучения действия двух форм фосфорных удобрений (суперфосфат простой и двойной) и фосфоритной муки на кукурузу в почвенной культуре. Рассчитать дозы удобрений на сосуд (10 кг почвы), определить число сосудов и схему рандомизации.

19. В чём принципиальное отличие вегетационного опыта от полевого и какие задачи решает каждый метод?

20. Какие типы вегетационных опытов существуют и в чём особенности каждого?

21. Каковы основные требования к подготовке почвы и сосудов для вегетационного опыта?

22. Как рассчитать дозу удобрения на сосуд, если известна доза в кг д. в./га?

23. Что такое принцип единственного различия и как он реализуется в вегетационном опыте?

24. Почему сосуды необходимо периодически переставлять и как часто это следует делать?

25. Как проводится учёт урожая в вегетационном опыте и чем он отличается от полевого?

26. Какие показатели структуры урожая определяют в вегетационном опыте и как они дополняют данные полевого опыта?

27. Как азотное питание влияет на отдельные элементы структуры урожая зерновых?

28. При каких условиях результаты вегетационного опыта можно корректно сопоставить с полевыми данными?

Тема: Схемы полевого опыта

1. Каковы основные принципы составления схемы опыта?

2. Чем систематическое размещение отличается от рандомизированного? В каких случаях каждый из них предпочтительнее?

3. В чём суть метода расщеплённых делянок и когда его применяют?

4. Что такое вариант-стандарт и зачем он нужен?

5. Как рассчитать урожай при стандартной влажности? Почему это необходимо?

6. В чём разница между сплошным и пробным учётом урожая?
7. Какие показатели характеризуют точность полевого опыта?
8. Что такое структура урожая и зачем её анализируют в опытах с удобрениями?
9. Как изменение массы 1000 зёрен связано с обеспеченностью растений фосфором и калием?
10. Какой элемент структуры урожая наиболее чувствителен к азотному питанию?
11. Можно ли в однофакторном опыте с 5 вариантами и 4 повторностями использовать латинский квадрат? Что изменится?
12. В чём разница между парным взаимодействием $N \times P$ и тройным $N \times P \times K$? Приведите агрономический пример.
13. Почему полный факториал $3 \times 3 \times 3$ (27 вариантов) почти не применяется в полевом опыте, а в вегетационном - возможен?
14. Что произойдёт, если в опыте с градиентом плодородия по склону повторности расположить не поперёк, а вдоль склона?
15. В схеме расщеплённых делянок - какой фактор точнее оценивается: на главной делянке или на доле? Почему?
16. Когда метод стандартов эффективнее рендомизированного, а когда - нет?
17. Как изменится схема опыта, если нужно добавить третий фактор (например, норму высева) к уже спроектированной факториальной схеме 2×2 ?
18. Самостоятельно составить схему многофакторного опыта $2 \times 3 \times 2$ (два способа внесения удобрений, три дозы азота, два срока внесения) для кукурузы на зерно. Записать все 12 вариантов, определить число повторностей, общее число делянок, выбрать метод размещения и вычертить схему на миллиметровой бумаге.
19. Что такое схема опыта и каким требованиям она должна отвечать?
20. Чем однофакторная схема отличается от факториальной? В чём преимущество факториальной?
21. Какие ошибки в составлении схемы делают опыт неразрешимым?
22. Что такое взаимодействие факторов и как его интерпретировать агрономически?
23. Когда применяют дробные реплики и ротатбельные планы?
24. В каких условиях рендомизированное размещение уступает латинскому квадрату?
25. Как рельеф и пестрота почвы определяют выбор метода размещения?
26. Что такое расщеплённая делянка и как определить, какой фактор разместить на главной делянке, а какой - на доле?
27. В чём суть метода стандартов и каковы его достоинства и недостатки?
28. Как число вариантов и повторностей связано с площадью опыта и его точностью?

Тема: Размер делянки, расчёт доз удобрений, методика отбора растительных и почвенных образцов в полевом опыте

1. Что такое опытная делянка и из каких частей она состоит (учётная часть, защитные полосы)?
2. От каких факторов зависит минимально допустимый размер делянки?
3. В чём принципиальное отличие балансового метода расчёта доз от нормативного?
4. Что такое действующее вещество (д. в.) и как перевести дозу из д. в. в физическую массу удобрения?
5. Чем индивидуальная почвенная проба отличается от объединённой?
6. Каковы требования к отбору растительных образцов для диагностики питания?
7. Почему отбор проб в полевом опыте должен проводиться строго с учётной части делянки?
8. Как изменится размер делянки при переходе от озимой пшеницы к подсолнечнику и почему?
9. Что произойдёт с результатами опыта, если пробы почвы отбирать не с учётной части, а с защитной полосы?
10. Как влияет высокая обеспеченность почвы калием на расчётную дозу калийного удобрения?
11. Почему растительные образцы для листовой диагностики нельзя отбирать в фазу цветения?

12. К чему приведёт сокращение числа индивидуальных проб с 20 до 5 при составлении объединённой почвенной пробы?
13. Как соотносится размер учётной части делянки с точностью определения урожая?
14. От каких факторов зависит размер опытной делянки и как его обосновать?
15. Зачем нужны защитные полосы и каковы их типичные размеры?
16. Что такое учётная (урожайная) часть делянки и какое минимальное соотношение учётной и общей площади допускается?
17. В чём сущность балансового метода расчёта доз и каковы его ограничения?
18. Как рассчитать запас подвижных элементов в пахотном слое почвы?
19. Что показывают коэффициенты использования элементов из почвы и из удобрения и от чего они зависят?
20. Чем индивидуальная проба отличается от объединённой?
21. Какие схемы отбора почвенных проб применяют на делянке и от чего зависит их выбор?
22. В каких фазах и какие органы растений отбирают для листовой диагностики питания?
23. Какие ошибки отбора проб приводят к недостоверным результатам полевого опыта?

Тема: Учёт урожая в полевом опыте и его структура

1. Что такое учётная (урожайная) площадь делянки и зачем нужны защитные полосы?
2. В чём разница между сплошным и пробным учётом урожая?
3. Что такое стандартная влажность зерна и зачем урожай нужно пересчитывать на неё?
4. Какие элементы структуры урожая определяют у зерновых культур?
5. Что такое продуктивная кустистость и как она рассчитывается?
6. Как азотное питание влияет на отдельные элементы структуры урожая?
7. Что показывает отношение зерно : солома и как оно меняется при внесении удобрений?
8. Почему урожай нужно пересчитывать на стандартную влажность и что произойдёт, если этого не сделать при сравнении вариантов с разной влажностью зерна?
9. В каких случаях пробный учёт предпочтительнее сплошного и наоборот?
10. Какие ошибки возможны при сплошном учёте урожая и как их минимизировать?
11. За счёт какого элемента структуры урожая удобрения дали прибавку — числа стеблей, числа зёрен или массы 1000 зёрен?
12. Почему при максимальной дозе азота масса 1000 зёрен может снизиться и что это означает физиологически?
13. Как изменилось отношение зерно : солома при внесении NPK и что это говорит об эффективности питания?
14. Насколько расчётная урожайность (по формуле структуры) совпадает с фактической и почему?
15. В чём разница между сплошным и пробным учётом урожая? Когда каждый из них предпочтителен?
16. Как рассчитать урожай при стандартной влажности и зачем это необходимо?
17. Что такое учётная площадь делянки и как она определяется перед уборкой?
18. Какие требования предъявляются к отбору проб для определения влажности и засорённости?
19. Что такое структура урожая и зачем её анализируют в опытах с удобрениями?
20. Перечислите основные элементы структуры урожая зерновых и пропашных культур.
21. Как азотное питание влияет на отдельные элементы структуры урожая зерновых?
22. Как фосфор и калий влияют на массу 1000 зёрен и отношение зерно : солома?
23. Как рассчитать теоретическую урожайность по элементам структуры и почему она может не совпадать с фактической?
24. Какие показатели характеризуют точность полевого опыта и каковы их допустимые значения?

Тема: Математическая обработка результатов опыта и аналитических данных: основные методы статобработки - обобщённый, дисперсионный и корреляционный

1. Что такое нулевая гипотеза (H_0H_0) и альтернативная (H_1H_1)?
2. Чем отличается среднее арифметическое от выборочного среднего?

3. Что такое дисперсия, стандартное отклонение и ошибка среднего? Как они связаны?
4. Что показывает коэффициент вариации и какие его значения считаются приемлемыми для полевого опыта?
5. В чём суть дисперсионного анализа? Какую гипотезу он проверяет?
6. Что такое число степеней свободы и почему оно важно?
7. Чем корреляционный анализ отличается от регрессионного?
8. Что показывает коэффициент корреляции Пирсона? Каковы его пределы?
9. Какие основные показатели включает обобщённый метод статистической обработки и что каждый из них характеризует?
10. Как оценивается точность полевого опыта по коэффициенту вариации и относительной ошибке?
11. В чём суть дисперсионного анализа и на каком принципе он основан?
12. Как рассчитывается критерий Фишера и как его интерпретируют?
13. Что такое НСР и как с его помощью группируют варианты?
14. Чем однофакторный дисперсионный анализ отличается от двухфакторного?
15. Что показывает взаимодействие факторов в двухфакторном ANOVA и как его оценить статистически?
16. Что такое синергизм и антагонизм факторов и как их выявить через дисперсионный анализ?
17. Что измеряет коэффициент корреляции Пирсона и каковы его пределы и интерпретация?
18. Чем коэффициент детерминации дополняет коэффициент корреляции?
19. Как проверить достоверность коэффициента корреляции?
20. В чём разница между корреляционной и причинно-следственной связью? Приведите агрономический пример.

Тема: Обработка данных производственного опыта дисперсионным методом. 2. Обработка данных качества продукции

1. Чем производственный полевой опыт отличается от научного (мелкоделяночного)?
2. Какие методы размещения вариантов применяют в производственном опыте и почему?
3. Что такое метод стандартов и в чём его преимущество при ограниченном числе повторностей?
4. В чём суть дисперсионного анализа? Какие гипотезы он проверяет?
5. Как рассчитывается критерий Фишера и НСР?
6. Какие показатели качества зерна вы знаете и как они регулируются ГОСТом?
7. Как азотные удобрения влияют на содержание белка и клейковины в зерне?
8. Как фосфорные и калийные удобрения влияют на качество продукции?
9. Показатели качества продукции в агрохимических опытах
10. В каких условиях производственного опыта метод стандартов даёт преимущество.
11. В чём главное отличие производственного опыта от научного и как это влияет на статистическую обработку?
12. Почему в производственном опыте число повторностей обычно меньше и к каким последствиям это ведёт?
13. В каких случаях метод стандартов эффективнее обычного ANOVA?
14. Достоверна ли прибавка от N_{120} по сравнению с N_{90} ? Если нет — какой агрономический и экономический вывод следует сделать?
15. Как азот влияет на содержание белка и клейковины? При какой дозе зерно достигает максимального класса?
16. Что такое эффект разбавления и как он проявляется в связи между урожайностью и содержанием белка?
17. Почему при максимальной дозе азота ИДК возрастает и что это означает технологически (ослабление клейковины)?
18. Какой вариант можно рекомендовать производству, если учесть одновременно урожайность, качество и стоимость удобрений?
19. Чем производственный полевой опыт отличается от научного и как это влияет на методику статистической обработки?

20. В каких случаях применяется метод стандартов и в чём его преимущество при ограниченном числе повторностей?
21. Как проводится приведение данных к стандарту и зачем это нужно?
22. Как рассчитывается FF-критерий и НСР в производственном опыте с малым числом повторностей? К чему ведёт малое число степеней свободы остатка?
23. Какие показатели качества зерна пшеницы нормируются ГОСТом и как удобрения влияют на каждый из них?
24. Как азотные удобрения влияют на содержание белка, клейковины и ИДК? При каких дозах возможен отрицательный эффект на качество?
25. Что такое эффект разбавления и как он проявляется в связи между урожайностью и содержанием белка (масла, сахара)?
26. Почему избыток азота снижает масличность подсолнечника и сахаристость свёклы?
27. Как рассчитать выход белка (масла, сахара) с 1 га и почему этот показатель информативнее, чем содержание в процентах?
28. Какой вариант можно рекомендовать производству, если учесть одновременно урожайность, качество и стоимость удобрений?

ПРИМЕРНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ 1

Задание для группы 1 — Вегетационно-полевой метод

На чернозёме обыкновенном Ставропольского края планируется изучить эффективность различных доз азотного удобрения (0, 30, 60, 90 кг д.в./га) на озимой пшенице. Необходимо использовать вегетационно-полевой метод.

Требуется:

1. Описать процедуру закладки опыта (тип цилиндров, глубина, способ установки).
2. Составить схему опыта с указанием числа вариантов и повторности.
3. Указать, какие сопутствующие наблюдения целесообразно проводить.
4. Назвать преимущества метода по сравнению с вегетационным и ограничения.

Задание для группы 2 — Полевой метод

Разработать схему полевого опыта по изучению влияния трёх форм азотных удобрений (аммиачная селитра, мочевины, сульфат аммония) на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ на яровом ячмене. Почва — чернозём обыкновенный.

Требуется:

1. Составить схему опыта (варианты, контроль, фон).
2. Определить площадь и форму делянки, число повторностей, способ размещения вариантов. Обосновать выбор.
3. Описать процедуру подготовки участка (уровнительный/рекогносцировочный посев).
4. Выбрать метод учёта урожайности и обосновать.
5. Указать точность опыта, на которую можно рассчитывать.

Задание для группы 3 — Экспедиционный метод

В нескольких хозяйствах Ставропольского края отмечено снижение качества зерна озимой пшеницы (низкое содержание клейковины). Необходимо провести экспедиционное обследование.

Требуется:

1. Сформулировать цель и задачи экспедиционного исследования.
2. Составить программу обследования: какие данные собрать, какие измерения и анализы провести.
3. Указать источники информации (годовые отчёты, агрохимические картограммы, метеоданные).
4. Описать методы обработки собранных данных.
5. Предложить рекомендации, которые могут быть сформулированы по результатам.

Формат работы: группы обсуждают задачу 20 минут, затем представители от каждой группы делают краткое сообщение (5–7 минут) с презентацией решения на флипчарте или доске. Преподаватель и другие группы задают вопросы.

ЗАДАНИЕ 2

Практическое задание «Обоснование выбора метода»

Магистрантам выдаются 5 исследовательских задач. Для каждой нужно: а) выбрать метод (или комбинацию методов); б) обосновать выбор; в) указать, какие именно измерения и наблюдения будут проводиться.

Задача 1. Определить коэффициент использования азота из минеральных удобрений озимой пшеницей на чернозёме обыкновенном Ставропольского края.

Задача 2. Изучить вымывание нитратов за пределы корнеобитаемого слоя при внесении различных доз азотных удобрений под кукурузу.

Задача 3. Установить, какая форма фосфора (суперфосфат, аммофос, фосфоритная мука) более эффективна для ячменя на кислой почве.

Задача 4. Определить агрохимические показатели плодородия почвы (рН, содержание подвижных форм NPK, гумус) перед закладкой полевого опыта.

Задача 5. Оценить влияние длительного (10 лет) применения системы удобрений на баланс элементов питания и изменение плодородия почвы в севообороте.

Ожидаемые ответы:

1. Вегетационный опыт (с использованием метода изотопных индикаторов — ^{15}N) + лабораторный анализ растений.
2. Лизиметрический метод (сбор и анализ промывных вод).
3. Вегетационный опыт (почвенная культура, схема с разными формами фосфора) + лабораторный анализ.
4. Лабораторный метод (агрохимический анализ почвенных образцов).
5. Полевой многолетний стационарный опыт + лизиметрический (для баланса) + лабораторный (анализ почвы и растений).

После самостоятельной работы — обсуждение ответов, взаимная проверка в парах, комментарии преподавателя.

ЗАДАНИЕ 3

Спроектировать вегетационный опыт (почвенная культура) для изучения действия возрастающих доз азота на яровую пшеницу. Почва — чернозём обыкновенный, масса почвы в сосуде — 5 кг (по абсолютно сухой массе). Внесение N в дозах: 0; 0,15; 0,30; 0,45 г/кг почвы. Фон — P_2O_5 0,20 г/кг, K_2O 0,15 г/кг. Повторность — 4-кратная.

Этапы решения:

1. Сформулировать схему опыта с учётом принципа единственного различия. Указать контрольный вариант.
2. Рассчитать физическую массу удобрений на каждый сосуд. Используются: аммиачная селитра (NH_4NO_3 , 34% N), двойной суперфосфат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 42% P_2O_5), калий хлористый (KCl , 60% K_2O).

Формула расчёта:

$$m_{\text{уд}} = D \times m_{\text{почвы}} \quad C_{\text{муд}} = C_D \times m_{\text{почвы}}$$

где D — доза элемента, г/кг; $m_{\text{почвы}}$ — масса почвы в сосуде, кг; C — содержание действующего вещества в удобрении, доля.

3. Определить общее количество сосудов по формуле:

$$N = n_{\text{вар}} \times n_{\text{повт}} \quad N = n_{\text{вар}} \times n_{\text{повт}}$$

4. Описать краткую методику набивки сосудов: подготовка почвы, внесение удобрений (раствор или твёрдая форма), увлажнение до 60% от полной влагоёмкости, высев семян, расстановка сосудов в вегетационном домике, рандомизация. vavilovsar.ru +1

Дополнительный вопрос для обсуждения: как изменится расчёт, если используется водная культура (метод Хогланда)? В чём принципиальное отличие в подготовке опыта?

ЗАДАНИЕ 4

МИНИ-КЕЙС «Лизиметрический метод: проектирование установки»

Краткое обсуждение в группе (5 минут на обсуждение + 5 минут на выводы):

Исследователь планирует изучить потери азота с инфильтрационными водами на орошаемом участке в Ставропольском крае. Какие типы лизиметров целесообразно использовать? Какой глубины должна быть почва в лизиметре? Нужно ли высевать растения? Как организовать сбор промывных вод?

Ориентиры для обсуждения: тип лизиметра — с монолитом (для сохранения естественного строения) или насыпной (для сравнения горизонтов); глубина 1–1,5 м; варианты с растениями и без (чёрный пар) для разделения эффекта; оборудование коридора под лизиметрами для сбора вод; периодическое взвешивание.

ЗАДАНИЕ 5

Составить схему полевого опыта по изучению эффективности трёх доз азотного удобрения (0, 60, 120 кг д.в./га) под озимую пшеницу. Указать: тип опыта, площадь делянки, число повторностей, схему размещения повторений, планируемую точность опыта (не более 3%).

ПРИМЕРНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ 1

Задание для группы 1 — Вегетационно-полевой метод

На чернозёме обыкновенном Ставропольского края планируется изучить эффективность различных доз азотного удобрения (0, 30, 60, 90 кг д.в./га) на озимой пшенице. Необходимо использовать вегетационно-полевой метод.

Требуется:

1. Описать процедуру закладки опыта (тип цилиндров, глубина, способ установки).
2. Составить схему опыта с указанием числа вариантов и повторности.
3. Указать, какие сопутствующие наблюдения целесообразно проводить.
4. Назвать преимущества метода по сравнению с вегетационным и ограничения.

Задание для группы 2 — Полевой метод

Разработать схему полевого опыта по изучению влияния трёх форм азотных удобрений (аммиачная селитра, мочевины, сульфат аммония) на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ на яровом ячмене. Почва — чернозём обыкновенный.

Требуется:

1. Составить схему опыта (варианты, контроль, фон).
2. Определить площадь и форму делянки, число повторностей, способ размещения вариантов. Обосновать выбор.
3. Описать процедуру подготовки участка (уровнительный/рекогносцировочный посев).
4. Выбрать метод учёта урожайности и обосновать.
5. Указать точность опыта, на которую можно рассчитывать.

Задание для группы 3 — Экспедиционный метод

В нескольких хозяйствах Ставропольского края отмечено снижение качества зерна озимой пшеницы (низкое содержание клейковины). Необходимо провести экспедиционное обследование.

Требуется:

1. Сформулировать цель и задачи экспедиционного исследования.
2. Составить программу обследования: какие данные собрать, какие измерения и анализы провести.
3. Указать источники информации (годовые отчёты, агрохимические картограммы, метеоданные).
4. Описать методы обработки собранных данных.
5. Предложить рекомендации, которые могут быть сформулированы по результатам.

Формат работы: группы обсуждают задачу 20 минут, затем представители от каждой группы делают краткое сообщение (5–7 минут) с презентацией решения на флипчарте или доске. Преподаватель и другие группы задают вопросы.

ЗАДАНИЕ 2

Практическое задание «Обоснование выбора метода»

Магистрантам выдаются 5 исследовательских задач. Для каждой нужно: а) выбрать метод (или комбинацию методов); б) обосновать выбор; в) указать, какие именно измерения и наблюдения будут проводиться.

Задача 1. Определить коэффициент использования азота из минеральных удобрений озимой пшеницей на чернозёме обыкновенном Ставропольского края.

Задача 2. Изучить вымывание нитратов за пределы корнеобитаемого слоя при внесении

различных доз азотных удобрений под кукурузу.

Задача 3. Установить, какая форма фосфора (суперфосфат, аммофос, фосфоритная мука) более эффективна для ячменя на кислой почве.

Задача 4. Определить агрохимические показатели плодородия почвы (рН, содержание подвижных форм NPK, гумус) перед закладкой полевого опыта.

Задача 5. Оценить влияние длительного (10 лет) применения системы удобрений на баланс элементов питания и изменение плодородия почвы в севообороте.

Ожидаемые ответы:

1. Вегетационный опыт (с использованием метода изотопных индикаторов — ^{15}N) + лабораторный анализ растений.
2. Лизиметрический метод (сбор и анализ промывных вод).
3. Вегетационный опыт (почвенная культура, схема с разными формами фосфора) + лабораторный анализ.
4. Лабораторный метод (агрохимический анализ почвенных образцов).
5. Полевой многолетний стационарный опыт + лизиметрический (для баланса) + лабораторный (анализ почвы и растений).

После самостоятельной работы — обсуждение ответов, взаимная проверка в парах, комментарии преподавателя.

ЗАДАНИЕ 3

Спроектировать вегетационный опыт (почвенная культура) для изучения действия возрастающих доз азота на яровую пшеницу. Почва — чернозём обыкновенный, масса почвы в сосуде — 5 кг (по абсолютно сухой массе). Внесение N в дозах: 0; 0,15; 0,30; 0,45 г/кг почвы. Фон — P_2O_5 0,20 г/кг, K_2O 0,15 г/кг. Повторность — 4-кратная.

Этапы решения:

1. Сформулировать схему опыта с учётом принципа единственного различия. Указать контрольный вариант.
2. Рассчитать физическую массу удобрений на каждый сосуд. Используются: аммиачная селитра (NH_4NO_3 , 34% N), двойной суперфосфат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 42% P_2O_5), калий хлористый (KCl , 60% K_2O).

Формула расчёта:

$$m_{\text{уд}} = D \times m_{\text{почвы}} \quad C_{\text{уд}} = C_D \times m_{\text{почвы}}$$

где DD — доза элемента, г/кг; $m_{\text{почвы}}$ — масса почвы в сосуде, кг; CC — содержание действующего вещества в удобрении, доля.

3. Определить общее количество сосудов по формуле:
 $N = n_{\text{вар}} \times n_{\text{повт}} \quad N = n_{\text{вар}} \times n_{\text{повт}}$
4. Описать краткую методику набивки сосудов: подготовка почвы, внесение удобрений (раствор или твёрдая форма), увлажнение до 60% от полной влагоёмкости, высев семян, расстановка сосудов в вегетационном домике, рандомизация. vavilovsar.ru +1

Дополнительный вопрос для обсуждения: как изменится расчёт, если используется водная культура (метод Хогланда)? В чём принципиальное отличие в подготовке опыта?

ЗАДАНИЕ 4

Мини-кейс «Лизиметрический метод: проектирование установки»

Краткое обсуждение в группе (5 минут на обсуждение + 5 минут на выводы):

Исследователь планирует изучить потери азота с инфильтрационными водами на орошаемом участке в Ставропольском крае. Какие типы лизиметров целесообразно использовать? Какой глубины должна быть почва в лизиметре? Нужно ли высевать растения? Как организовать сбор промывных вод?

Ориентиры для обсуждения: тип лизиметра — с монолитом (для сохранения естественного строения) или насыпной (для сравнения горизонтов); глубина 1–1,5 м; варианты с растениями и без (чёрный пар) для разделения эффекта; оборудование коридора под лизиметрами для сбора вод; периодическое взвешивание.

ЗАДАНИЕ 5

Составить схему полевого опыта по изучению эффективности трёх доз азотного удобрения (0,

60, 120 кг д.в./га) под озимую пшеницу. Указать: тип опыта, площадь делянки, число повторностей, схему размещения повторений, планируемую точность опыта (не более 3%).

ЗАДАНИЕ 5

(индивидуальное). «Определение группы и вида опыта»

Магистрантам раздаются карточки с описанием 5 исследовательских ситуаций. Для каждой нужно определить: группу (метод) опыта, вид полевого опыта (если применимо), и обосновать выбор.

Пример карточки:

Необходимо изучить влияние возрастающих доз азотного удобрения (0, 30, 60, 90 кг д.в./га) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Ставропольского края. Почва — чернозём южный. Исследование проводится на опытном поле университета в течение одного сезона.

Ожидаемый ответ: группа — полевой метод; вид — однофакторный, однолетний, стационарный, единичный опыт. Обоснование: один изучаемый фактор (доза N), принцип единственного различия соблюден, проводится на стационаре НИУ в течение одного вегетационного периода. klgtu.ru +1

ЗАДАНИЕ 6 (групповое). «Составление схемы опыта»

Магистранты делятся на 3 группы. Каждая группа получает задачу и должна:

1. Определить тип опыта (однофакторный / многофакторный);
2. Составить схему опыта с вариантами и контролем;
3. Указать количество вариантов, рассчитать для многофакторного опыта число вариантов по формуле $n = a \times b \times c$, где a , b , c — число градаций факторов.

Пример задачи для группы:

Изучить влияние двух факторов: фактор А — дозы фосфорных удобрений (P_0 , P_{30} , P_{60}); фактор В — способы внесения (разбросной, локальный). Составить схему двухфакторного опыта.

Ожидаемая схема ($2 \times 3 = 6$ вариантов):

1. P_0 , разбросной (контроль);
2. P_0 , локальный;
3. P_{30} , разбросной;
4. P_{30} , локальный;
5. P_{60} , разбросной;
6. P_{60} , локальный. lectoriy.phosagro.ru +1

ЗАДАНИЕ 7 (индивидуальное). «Анализ соответствия опыта поставленной задаче»

Магистрантам предлагается проанализировать 2 описания реальных опытов и ответить на вопросы:

- Соответствует ли выбранный тип опыта заявленной цели?
- Соблюден ли принцип единственного различия?
- Достаточна ли длительность для выявления последствий удобрений?
- Как можно улучшить постановку опыта?

Пример:

Цель: изучить последствие навоза на урожайность ячменя. Опыт заложен на один год. Удобрение внесено весной перед посевом.

Ожидаемый анализ: Тип опыта не соответствует цели. Для изучения последствия необходим многолетний опыт, в котором удобрение вносится один раз, а урожайность учитывается несколько лет (первый год — прямое действие, второй и последующие — последствие).

ЗАДАНИЕ 8

Составить схему трёхфакторного опыта по изучению: фактор А - 3 дозы азота, фактор В - 2 способа внесения, фактор С - 2 уровня полива. Рассчитать число вариантов.

ЗАДАНИЕ 9

По агрохимическому паспорту поля рассчитать дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений под озимую пшеницу с планируемой урожайностью 5,0 т/га. Варианты заданий отличаются исходными данными (культура, урожайность, тип почвы, агрохимические показатели).

Алгоритм выполнения:

1. По справочной таблице определить вынос N , P_2O_5 , K_2O единицей основной и побочной продукции.
 2. Рассчитать общий вынос элементов питания планируемым урожаем: $V \times UB \times U$.
 3. Определить запас подвижных элементов в почве ($mg/kg \rightarrow kg/ga$) с учётом плотности почвы и глубины слоя.
 4. Рассчитать возможное использование элементов из почвы: запас $\times$ коэффициент использования.
 5. Определить дефицит элементов питания: вынос — использование из почвы.
 6. Рассчитать дозу д. в. с учётом коэффициента использования из удобрения.
 7. Перевести дозу в физическую массу конкретных удобрений (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, хлористый калий).
 8. Свести результаты в таблицу:
- | Элемент | Вынос, кг/га | Использование из почвы, кг/га | Дефицит, кг/га | Доза д. в., кг/га |
|------------------------|--------------|-------------------------------|----------------|-------------------|
| Удобрение | | | | |
| Доза физическая, кг/га | | | | |
| N | | | | |
| P_2O_5 | | | | |
| K_2O | | | | |

ЗАДАНИЕ 10

Спроектировать схему опыта с удобрениями: определить оптимальные размер и форму делянки, число повторностей, защитные полосы, размещение вариантов. Исходные данные: культура - озимая пшеница; схема опыта - $N_0P_0K_0$, $N_{90}P_{60}K_{40}$, $N_{120}P_{90}K_{60}$ (4 варианта, 4 повторности); поле площадью 0,5 га; направление обработки — вдоль длинной стороны.

Алгоритм выполнения:

1. Обосновать выбор размера делянки для сплошной культуры (опираясь на методическую литературу).
2. Установить площадь учётной части делянки (не менее 10 м²) и общей — с учётом защитных полос.
3. Определить ширину боковых (0,5–1,0 м) и торцевых (1,0–1,5 м) защиток.
4. Рассчитать общее число делянок: варианты $\times$ повторности.
5. Вычислить общую площадь опыта и проверить её соответствие площади отводимого участка.
6. Вычертить схему размещения делянок на миллиметровой бумаге с указанием размеров, нумерации вариантов, повторностей и защитных полос.
7. Указать метод размещения вариантов (систематический, рендомизированный, латинский квадрат) и обосновать выбор.

ЗАДАНИЕ 11 (почвенные образцы).

Составить схему отбора почвенных проб с опытной делянки.

1. Определить точки отбора на схеме делянки (конверт, змейка, диагональ) — выбрать и обосновать.
2. Указать количество индивидуальных проб для составления объединённой (не менее 15).
3. Определить глубину отбора (0–20 см — для P , K ; 0–40 см — для нитратного азота).
4. Описать процедуру: масса объединённой пробы — 0,5–1,0 кг, квартование, упаковка, маркировка.
5. Составить макет этикетки образца (номер поля, номер делянки, вариант, повторность, глубина, дата, фамилия отбиравшего).

ЗАДАНИЕ 12 (растительные образцы).

Составить схему и порядок отбора растительных образцов для диагностики питания.

1. Указать оптимальную фазу развития для отбора (у озимой пшеницы — конец кущения — начало трубкования).
2. Определить часть растения для анализа (целые растения или отдельные органы — листья, стебли).
3. Установить количество точек отбора по делянке (5–10 по диагонали).

4. Описать процедуру обработки образца: удаление загрязнений, доведение до воздушно-сухого состояния, измельчение, квартование, упаковка.
5. Составить макет этикетки растительного образца.

ЗАДАНИЕ 13

Составить схему вегетационного опыта и рассчитать количество удобрений на сосуд.

Условие. Изучить действие возрастающих доз азота на яровую пшеницу в почвенной культуре. Почва - чернозём выщелоченный, ёмкость поглощения 30 мг-экв/100 г, содержание подвижного фосфора - 120 мг/кг (высокое), калия - 100 мг/кг (повышенное). Сосуд Митчерлиха, масса сухой почвы 5 кг, повторность 4-кратная. Удобрения: аммиачная селитра (34% N), двойной суперфосфат (46% P₂O₅), хлористый калий (60% K₂O).

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений)
2. P₆₀K₆₀ (фон)
3. Фон + N₃₀
4. Фон + N₆₀
5. Фон + N₉₀
6. Фон + N₁₂₀

Алгоритм выполнения:

1. Записать схему опыта, обосновать выбор фона и шаг дозы азота.
2. Определить общее число сосудов: 6 вариантов × 4 повторности = 24 сосуда.
3. Перевести дозы удобрений из кг д. в./га в г д. в. на сосуд. Принять, что 1 кг д. в./га соответствует 0,005 г д. в. на 5 кг почвы (при пересчёте через массу пахотного слоя 3000 т/га и массу почвы в сосуде 5 кг).

$$D_{\text{сосуд}} = D_{\text{га}} \times 53000000 \times 1000 (\text{г д. в.}) \quad D_{\text{сосуд}} = 3000000 D_{\text{га}} \times 5 \times 1000 (\text{г д. в.})$$

где D_{га} — доза в кг/га; 3 000 000 — масса пахотного слоя 0–20 см, кг/га; 5 — масса почвы в сосуде, кг; 1000 — перевод кг в г.

Упрощённо: для сосуда с 5 кг почвы 1 кг д. в./га ≈ 0,0167 г д. в. на сосуд.

4. Перевести дозы д. в. в массу конкретных удобрений:

$$M = D_{\text{сосуд}} C \times 100 (\text{г удобрения}) \quad M = C D_{\text{сосуд}} \times 100 (\text{г удобрения})$$

где C — содержание д. в. в удобрении, %.

5. Заполнить таблицу:

Вариант	N, г д. в./сосуд		P ₂ O ₅ ,		K ₂ O,	
г д. в./сосуд	NH ₄ NO ₃ , г		Ca(H ₂ PO ₄) ₂ , г		KCl, г	
1 (контроль)	0	0	0	0	0	0
2 (фон)	0		0			
3 (фон+N ₃₀)						
4 (фон+N ₆₀)						
5 (фон+N ₉₀)						
6 (фон+N ₁₂₀)						

6. Составить схему рандомизированного размещения сосудов по 4 повторностям, используя таблицу случайных чисел. Вычертить схему расстановки на вегетационной площадке.

ЗАДАНИЕ 14

Сравнить схему почвенного и песчаного вегетационного опыта для изучения действия разных форм азотных удобрений (аммиачная селитра, сульфат аммония, мочевины) на кукурузу. Записать обе схемы, указать, какие дополнительные требования предъявляет песчаная культура (промывка песка, полное обеспечение всеми элементами, включая микроэлементы, нейтрализация кислотности).

ЗАДАНИЕ 15

По данным вегетационного опыта с яровой пшеницей (сосуд Митчерлиха, 5 кг почвы, 4 повторности) рассчитать урожайность и прибавки.

Исходные данные (масса зерна с сосуда при 14% влажности, г):

Вариант	I	II	III	IV
1 (контроль)	14,2	13,8	14,5	14,0

2 (фон P ₆₀ K ₆₀)	15,1	14,8	15,3	15,0
3 (фон + N ₃₀)	20,3	19,8	20,6	20,1
4 (фон + N ₆₀)	26,4	25,9	26,8	26,2
5 (фон + N ₉₀)	29,1	28,5	29,4	28,8
6 (фон + N ₁₂₀)	28,6	28,0	29,0	28,3

Алгоритм выполнения:

1. Рассчитать среднюю массу зерна по каждому варианту.
2. Определить прибавку от фона (вариант 2 к контролю) и от каждой дозы азота (варианты 3–6 к фону).

3. Вычислить прибавку в процентах к контролю.

4. Пересчитать урожай с одного сосуда (5 кг почвы) в условные ц/га по формуле:

$$Y_{\text{ц/га}} = Y_{\text{сосуд}} \times 3000 \times 5 \times 1000 = Y_{\text{сосуд}} \times 0,6 \quad Y_{\text{ц/га}} = 5 \times 1000 Y_{\text{сосуд}} \times 3000 = Y_{\text{сосуд}} \times 0,6$$

где $Y_{\text{сосуд}}$ — масса зерна с сосуда, г; 3000 — масса пахотного слоя, т/га; 5 — масса почвы в сосуде, кг; 1000 — перевод г/кг.

5. Записать массу соломы по вариантам (исходные данные выдаются дополнительно) и рассчитать отношение зерно : солома.

6. Свести результаты в таблицу:

Вариант	Среднее, г/сосуд	Урожай, ц/га (усл.)	Прибавка к фону, г
Прибавка, %	Зерно : солома		
1 (контроль)	—	—	
2 (фон)			
3 (фон+N ₃₀)			
4 (фон+N ₆₀)			
5 (фон+N ₉₀)			
6 (фон+N ₁₂₀)			

ЗАДАНИЕ 16

Провести статистическую обработку результатов по предыдущей задаче: рассчитать для каждого варианта среднее ($\bar{x}$), стандартное отклонение (SS), ошибку среднего ($S_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (V, %) и наименьшее существенное различие ($HC_{0,5}$) для попарного сравнения вариантов.

$$S = \sum (x_i - \bar{x})^2 / n - 1, S_{\bar{x}} = S / n, V = S_{\bar{x}} \times 100\% / \bar{x}, S = n - 1 \sum (x_i - \bar{x})^2, S_{\bar{x}} = S / n, V = S_{\bar{x}} \times 100\%$$

$$HC_{0,5} = t_{0,5} \times S_{\bar{x}} \times 2, HC_{0,5} = t_{0,5} \times S_{\bar{x}} \times 2$$

где $t_{0,5}$ — табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы $(n-1) \times k = (4-1) \times 6 = 18$ и уровне значимости 0,05.

Сделать вывод: при каких дозах азота прибавка статистически достоверна (превышает $HC_{0,5}$). Построить график зависимости урожая от дозы азота и определить точку максимальной отдачи.

ЗАДАНИЕ 17

По данным анализа структуры урожая яровой пшеницы в вегетационном опыте (анализировали все растения каждого сосуда, данные приведены в среднем на 1 сосуд) заполнить таблицу и проанализировать влияние возрастающих доз азота на отдельные элементы.

Исходные данные (на 1 сосуд, среднее по 4 повторностям):

Показатель	Контроль	Фон	Фон+N ₃₀	Фон+N ₆₀	Фон+N ₉₀	Фон+N ₁₂₀
Число растений, шт.	15	15	15	15	14	13
Число продуктивных стеблей, шт.		18	19	22	27	30
Длина стебля, см	52,0	55,5	61,0	68,5	72,0	70,0
Длина колоса, см	6,2	6,5	7,0	7,5	7,8	7,6
Число зёрен в колосе, шт.		20	22	25	28	30
Масса 1000 зёрен, г	36,5	38,0	39,5	40,5	41,0	39,0
Масса зерна, г	13,1	15,1	21,7	30,6	36,9	32,8
Масса соломы, г	20,5	21,8	24,1	27,3	30,0	29,2

Алгоритм выполнения:

1. Рассчитать на 1 растение: массу зерна, массу соломы, число продуктивных стеблей.
2. Рассчитать продуктивную кустистость: число продуктивных стеблей / число растений.

3. Рассчитать массу зерна с одного колоса: масса зерна / число продуктивных стеблей.
4. Рассчитать отношение зерно : солома.
5. Рассчитать теоретическую урожайность (г/сосуд) по формуле:

$$Y = N_s \times Z \times M1000 \times 10^{-3} \quad Y = N_s \times Z \times M1000 \times 10^{-3}$$

где N_s — число продуктивных стеблей на сосуд; Z — число зёрен в колосе; $M1000$ — масса 1000 зёрен, г.

6. Сравнить расчётную урожайность с фактической (из блока Б) и объяснить расхождения.
7. Свести все показатели в итоговую таблицу:

Показатель	Контроль	Фон	Фон+N ₃₀	Фон+N ₆₀	Фон+N ₉₀
Фон+N ₁₂₀					

Продуктивная кустистость

Масса зерна на 1 растение, г

Масса соломы на 1 растение, г

Масса зерна с колоса, г

Отношение зерно : солома

Расчётная масса зерна, г/сосуд

Фактическая масса зерна, г/сосуд

8. Построить графики зависимости каждого элемента структуры урожая от дозы азота (отдельный график для каждого показателя).

9. Сформулировать выводы:

☐ Какой элемент структуры урожая наиболее чувствителен к азотному питанию (обычно — число продуктивных стеблей и масса зерна с колоса)?

☐ При какой дозе азота начинается снижение массы 1000 зёрен и почему (избыточное азотное питание → полегание, снижение выполненности зерна)?

☐ Как изменяется отношение зерно : солома с ростом дозы азота и что это означает физиологически?

☐ Почему при максимальной дозе (N₁₂₀) число растений снизилось и как это влияет на урожай?

ЗАДАНИЕ 18

Составить схему опыта и выбрать метод размещения вариантов для двух ситуаций:

Ситуация	Задача опыта	Культура	Число вариантов	Особенности участка
А	Изучить влияние возрастающих доз азота (0, 30, 60, 90, 120 кг д. в./га)	Озимая пшеница	5	Участок однородный

Б	Изучить сочетание двух доз азота (N ₆₀ , N ₁₂₀) и двух доз фосфора (P ₃₀ , P ₉₀) при фоне	Ячмень	5 (контроль + 4 сочетания)	Участок с градиентом плодородия по склону
---	---	--------	----------------------------	---

Алгоритм выполнения:

1. Сформулировать и записать схему опыта в общем виде (в символах).
2. Определить число вариантов и минимально необходимое число повторностей (не менее 4).

3. Рассчитать общее число делянок.

4. Обосновать выбор метода размещения: для ситуации А — рендомизированный (или систематический при однородном участке); для ситуации Б — латинский квадрат или расщеплённые делянки при градиенте плодородия.

5. Вычертить схему размещения делянок на миллиметровой бумаге для обоих случаев с нумерацией вариантов и повторностей.

6. Для ситуации Б — определить, какой фактор размещается на крупных делянках, а какой — на расщеплённых (долях), и обосновать.

ЗАДАНИЕ 19

Для опыта из 8 вариантов (факториальная схема $2 \times 2 \times 2$: N - два уровня, P - два, K - два) составить схему в виде таблицы и определить целесообразность применения метода расщеплённых делянок. Указать, какой фактор целесообразно разместить на главных делянках, какой - на долях первого порядка, какой - на долях второго порядка.

ЗАДАНИЕ 20 (сплошной учёт).

По исходным данным рассчитать урожайность зерна озимой пшеницы для каждого варианта опыта и свести результаты в таблицу.

Исходные данные:

Вариант	Повторность	Масса зерна с учётной площади, кг			Влажность зерна, %
Учётная площадь, м ²					
1 (контроль)	I	8,2	18,5	25	
1 (контроль)	II	7,9	17,8	25	
1 (контроль)	III	8,4	18,0	25	
1 (контроль)	IV	8,0	18,2	25	
2 (N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀)	I	13,1	19,0	25	
2 (N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀)	II	12,8	18,5	25	
2 (N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀)	III	13,4	18,8	25	
2 (N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀)	IV	12,9	18,6	25	

Алгоритм выполнения:

1. Рассчитать урожай зерна при стандартной влажности (14%) для каждой делянки по формуле пересчёта.
2. Пересчитать урожай с учётной площади (25 м²) на ц/га.
3. Вычислить средний урожай по варианту (среднее арифметическое по 4 повторностям).
4. Определить прибавку урожая от удобрений: разница между средним урожаем варианта 2 и контроля, в ц/га и в %.
5. Свести результаты в итоговую таблицу:

Вариант	I, ц/га	II, ц/га	III, ц/га	IV, ц/га	Среднее, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %
1 (контроль)					—	—	
2 (NPK)							

ЗАДАНИЕ 21 (пробный учёт).

По данным пробного учёта (4 пробные площадки по 1 м² с каждой делянки) рассчитать урожайность. Сравнить результаты со сплошным учётом, вычислить расхождение в процентах. Сделать вывод о репрезентативности пробного метода для данных условий.

ЗАДАНИЕ 22.

Провести первичную статистическую обработку результатов: рассчитать для каждого варианта среднее значение, стандартное отклонение (SS), ошибку среднего ($Sx^{-}Sx^{-}$) и коэффициент вариации (VV, %). Формулы:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, Sx^{-} = S \sqrt{n}, V = Sx^{-} \times 100\%, S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, Sx^{-} = nS, V = x^{-}S \times 100\%$$

Оценить точность опыта по критерию: опыт считается достаточно точным, если VV не превышает 5–7% для зерновых культур.

ЗАДАНИЕ 23

По данным анализа структуры урожая (отобраны снопы размером 0,25 м² в 4 повторностях с каждой делянки) заполнить таблицу и проанализировать влияние удобрений на отдельные элементы урожая.

Исходные данные (озимая пшеница, сноп 0,25 м²):

Показатель	Контроль	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₆₀
Число растений, шт.	142	148	150
Число продуктивных стеблей, шт.		178	225 248
Число зёрен в колосе, шт.		21	26 28
Масса 1000 зёрен, г	38,0	41,5	42,0
Масса зерна снопа, г	142,0	243,5	292,3

Алгоритм выполнения:

1. Пересчитать все показатели на 1 м² (умножением на 4, так как сноп 0,25 м²).
2. Вычислить общую кустистость: отношение числа стеблей к числу растений.
3. Вычислить продуктивную кустистость: отношение числа продуктивных стеблей к числу растений.
4. Вычислить массу зерна с одного колоса: массу зерна снопа разделить на число продуктивных стеблей.

5. Рассчитать теоретическую урожайность по формуле $Y = N_s \times Z \times M \times 1000 \times 10^{-4}$ $Y = N_s \times Z \times M \times 1000 \times 10^{-4}$ (т/га) для каждого варианта.

6. Сравнить расчётную урожайность с фактической (из блока Б) и объяснить возможные расхождения.

7. Свести результаты в итоговую таблицу:

Показатель	Контроль	$N_{90}P_{60}K_{60}$	$N_{120}P_{90}K_{60}$	$HC P_{0,5}$
------------	----------	----------------------	-----------------------	--------------

Растений на 1 м²

Продуктивных стеблей на 1 м²

Продуктивная кустиность

Зёрен в колосе

Масса 1000 зёрен, г

Масса зерна с колоса, г

Расчётная урожайность, т/га

8. Сформулировать выводы: какие элементы структуры урожая изменяются сильнее всего под действием удобрений; какой элемент внёс наибольший вклад в прибавку урожая; каково влияние возрастающих доз азота на кустиность и озёрнёность.

ЗАДАНИЕ 24

Составить схему однофакторного опыта для трёх разных задач. Записать схему в символах, определить число вариантов, выбрать число повторностей, рассчитать общее число делянок.

№	Задача	Культура	Исследуемый фактор	Уровни	Доза
1	Изучить действие возрастающих доз азота на фоне $P_{60}K_{60}$	Озимая пшеница			
N	0, 30, 60, 90, 120 кг д. в./га				

2	Сравнить эффективность форм азотных удобрений при одинаковой дозе N_{60}	Культура	Форма N	Контроль (без N), NH_4NO_3 , $(NH_2)_2CO$, $(NH_4)_2SO_4$, $NaNO_3$
Кукуруза				

3	Изучить влияние сроков внесения азота (N_{60})	Культура	Яровой ячмень	Срок внесения
Контроль, осень, предпосевная культивация, в фазу кущения, в фазу трубкования				

Алгоритм выполнения:

1. Сформулировать нулевую (H_0) и альтернативную (H_1) гипотезы для каждой задачи.

2. Записать схему в символическом виде с указанием контроля/стандарта.

3. Обосновать шаг дозы (для задачи 1) или набор уровней (для задач 2–3).

4. Определить число вариантов и число повторностей (обосновать выбор).

5. Рассчитать общее число делянок.

6. Указать, какой метод размещения вариантов предпочтителен и почему.

7. Записать результаты в таблицу:

Задача	Схема (в символах)	Число вариантов	Повторностей	Всего делянок
Метод размещения	Обоснование			

1

2

3

ЗАДАНИЕ 25 многофакторные (факториальные) схемы

Составить факториальную схему 3×2 для изучения влияния трёх доз азота (N_0 , N_{60} , N_{120}) и двух доз фосфора (P_0 , P_{60}) на урожайность сахарной свёклы на фоне K_{60} .

Алгоритм выполнения:

1. Записать полную факториальную схему в виде таблицы сочетаний:

P_0	P_{60}
-------	----------

N_0	$N_0P_0K_{60}$	$N_0P_{60}K_{60}$
-------	----------------	-------------------

N_{60}	$N_{60}P_0K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
----------	-------------------	----------------------

N_{120}	$N_{120}P_0K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{60}$
-----------	--------------------	-----------------------

2. Присвоить каждому варианту номер (1–6) и краткое обозначение.

3. Определить, какие эффекты можно оценить: главный эффект N, главный эффект P, взаимодействие $N \times P$.

4. Объяснить, что показывает взаимодействие $N \times P$ (например, эффективность азота зависит от обеспеченности фосфором).

5. Определить число повторностей (4) и общее число делянок ($6 \times 4 = 24$).
6. Выбрать метод размещения и обосновать.

ЗАДАНИЕ 26 методы размещения вариантов на участке

Для трёх вариантов плана участка (раздаточный материал) выбрать метод размещения и вычертить схему на миллиметровой бумаге.

Вариант участка А - однородный. Рельеф выровненный, почвенный покров однородный. Опыт: 5 вариантов (возрастающие дозы N), 4 повторности. Общая площадь - 0,3 га. Размер делянки - 50 м².

Алгоритм:

1. Выбрать метод: рендомизированное размещение (основной метод в агрохимии).
2. Используя таблицу случайных чисел, распределить 5 вариантов по 4 повторностям. Для каждой повторности — своя последовательность.
3. Вычертить схему: 4 блока (повторности), в каждом — 5 делянок с номерами вариантов. Указать защитные полосы, направление обработки.
4. Указать размеры делянок (например, 5 × 10 м), ширину защиток (боковые 0,5 м, торцевые 1,0 м), общие размеры опыта.

Вариант участка Б - с однонаправленным градиентом. Уклон с севера на юг, плодородие убывает сверху вниз. Опыт: 6 вариантов, 4 повторности.

Алгоритм:

1. Выбрать метод: рендомизированный с блоками, ориентированными поперёк градиента (повторности располагаются вдоль горизонталей, делянки внутри повторности — вдоль склона). Либо систематический шахматный метод.
2. Объяснить: если повторности расположить вдоль градиента, то варианты в верхней части всегда будут в лучших условиях. Блокирование поперёк градиента устраняет систематическую ошибку.
3. Вычертить схему с указанием направления градиента плодородия стрелкой.

Вариант участка В - с двусторонним градиентом (пятнистость). Плодородие меняется в двух направлениях. Опыт: 4 варианта, 4 повторности.

Алгоритм:

1. Выбрать метод: латинский квадрат 4 × 4.
2. Объяснить: в латинском квадрате каждый вариант встречается ровно один раз в каждом ряду и каждом столбце, что нейтрализует градиент в обоих направлениях.
3. Построить латинский квадрат 4-го порядка (базовый квадрат + случайная перестановка строк и столбцов).
4. Вычертить схему с указанием двух направлений градиента.

Примерные оценочные материалы
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)
по итогам освоения дисциплины (модуля)

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА (промежуточная аттестация)

1. Зарождение опытного дела и его совершенствование в России.
2. Вклад учёных в опытное дело: В. В. Докучаев, П. А. Костычев, А. А. Измаильский, А. И. Душечкин, А. Г. Дояренко, Д. Н. Прянишников и др.
3. Структура и задачи научных учреждений, ведущих исследования в области агрохимии.
4. Лаборатории, опорные пункты, опытные поля, научные отделы, опытные станции, институты, академии наук – назначение, особенности организации и функционирования.
5. Методологические основы научного познания. Научные исследования. Этапы научных исследований.
6. Методология и логика научных исследований.
7. Виды и уровни научных исследований. Общенаучные и специальные методы исследований.
8. Уровни и виды исследований – эмпирический и теоретический. Суждение, умозаключение.
9. Особенности почвы как объекта агрохимического исследования.
10. Система показателей химического состава почв.
11. Основные понятия и термины – эксперимент, контрольный вариант, схема опыта, повторность опыта, опытная делянка.
12. Основные понятия и термины – достоверность опыта, ошибка опыта, точность опыта, корреляция, регрессия.
13. Явление неоднородности почвенных свойств. Факторы, определяющие неоднородность.
14. Рекогносцировочный посев – необходимость и основные требования.
15. Правила отбора и подготовки почвенных проб к анализу. Нормативные документы.
16. Отбор в опыте и подготовка растительных проб к анализу.
17. Группы и виды опытов.
18. Техника закладки вегетационного опыта. Схемы опыта.
19. Расчет доз удобрений в опыте.
20. Размер делянки. Учет урожая и его структура.
21. Вегетационный метод исследования.
22. Лизиметрический метод исследования.
23. Полевой опыт. Величина, форма и методы. Техника закладки полевого опыта.
24. Организация расположения делянок.
25. Учет урожая и его структура.
26. Математическая обработка результатов опыта.
27. Основные методы статистической обработки данных, используемые в научной и практической работе: обобщенный, дисперсионный и корреляционный.
28. Обработка урожайных данных полевого опыта дисперсионным методом.
29. Обработка урожайных данных вегетационного опыта.
30. Обработка данных динамики содержания азота, фосфора и калия в почве и растениях.
31. Обработка данных производственного опыта дисперсионным методом.
32. Обработка данных качества продукции.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Курсовая работа (проект) не предусмотрена учебным планом.

Темы письменных работ (реферат):

1. Совершенствование опытного дела в области агрохимических исследований в России.
 2. Вклад учёных Ставрополья в опытное дело в области агрохимии: Валентин Васильевич Агеев, Александр Николаевич Есаулко, Валерий Сергеевич Цховребов и др.
 3. Структура и задачи научных учреждений в области агрохимии на Ставрополье.
 4. Система удобрения культуры как объект исследований.
- По теме 4 магистрант может подготовить реферат в зависимости от темы диссертации.

При недостаточном для сдачи экзамена количестве баллов рейтинга студент может увеличить их количество, написав научную статью. Тема статьи должна соответствовать исследованиям, проводимым по диссертационной работе.