

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.1.2 Экспериментальная агрохимия

Код и направление
подготовки

**35.06.01-
Сельское хозяйство**

Наименование профиля
программы подготовки научно-
педагогических кадров в аспи-
рантуре/

Агрохимия

Квалификация
(степень) выпускника

**Преподаватель.
Преподаватель-
исследователь**

Факультет

Агрохимия и почвоведение

Кафедра – разработчик

Агрохимия

Ведущий преподаватель

Шеуджен А.Х.

Краснодар 2014

Составители: А.Х. Шеуджен, И. А. Булдыкова

Экспериментальная агрохимия: учебно-методическое пособие для подготовки аспирантов по направлению 35.06.01 – «Сельское хозяйство», профиль – «Агрохимия» / сост. А.Х. Шеуджен, И. А. Булдыкова. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 49 с.

Изложены цели и задачи освоения дисциплины, содержание, краткий курс лекций, методические указания по проведению практических (семинарских) занятий, методические задания для самостоятельной работы аспирантов и учебно-методическое обеспечение по основной дисциплине, направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Агрохимия».

Учебно-методическое пособие предназначено для подготовки аспирантов по направлению 35.06.01 - «Сельское хозяйство», профиль - «Агрохимия».

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультетов агрохимии и почвоведения, защиты растений Кубанского госагроуниверситета, протокол № 3 от 24.11.2014 г.

Председатель
методической комиссии

В.И. Терпелец

© А.Х. Шеуджен, И. А. Булдыкова, 2014
© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет», 2014

1 Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины — является формирование знаний и умений по методам агрохимических исследований, планированию, технике закладки и проведению экспериментов, по статистической оценке результатов опытов, разработке научно-обоснованных выводов и предложений производству.

Дисциплина «Экспериментальная агрохимия» входит цикл Б1.В.ДВ.1.1 (цикл Б1.В.ДВ. «Дисциплины по выбору» основной образовательной программы подготовки аспиранта направление 35.06.01 – «Сельское хозяйство», профиль – «Агрохимия»)

2 Требования к формируемым компетенциям

Обучающиеся, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

Знать:

- основные методы агрохимических исследований; этапы планирования эксперимента; правила составления программы наблюдений и учетов; методику закладки и проведения вегетационного и полевого опытов, методику учета урожая сельскохозяйственных культур в опыте, порядок ведения документации и отчетности; планирование объема выборки, эмпирические и теоретические распределения, статистические методы проверки гипотез, сущность и основы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов и их применение в агрохимических исследованиях; применение ЭВМ в опытном деле.

Уметь:

- вычислять и использовать для анализа статистические показатели с целью выбора лучших вариантов опыта;
- спланировать основные элементы методики полевого опыта;
- составить и обосновать программу и методику проведения полевых и лабораторных наблюдений и анализов; определить количественную зависимость между изучаемыми признаками и составлять прогноз на использование агроприемов;
- составлять отчет о проведении научно-исследовательской работы;

Владеть:

- методами почвенно-агрохимического обследования;
- методикой составления почвенных и агрохимических карт и картограмм;

- методами воспроизводства почвенного плодородия и поддержания положительного баланса;
- навыками определения минеральных удобрений и химических мелиорантов;
- методикой составления проектно-сметной документации по применению средств химизации;
- методами определения основных показателей почвенного плодородия, определения содержания гумуса, минерального азота, подвижного фосфора, обменного калия в почве.

Перечень общепрофессиональных компетенций (ОПК), формируемых при изучении дисциплины – Экспериментальная агрохимия

Шифр ОПК	Формулировка ОПК
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	Готовность организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки

Перечень профессиональных компетенции (ПК), формируемых при изучении дисциплины – Экспериментальная агрохимия

Шифр ПК	Формулировка ПК
ПК-1	Способность понимать сущность современных проблем агрохимии, современных технологий воспроизводства плодородия почв
ПК-3	Способность самостоятельно вести научный поиск в агрохимии и применять научные достижения в аграрном производстве
ПК-6	Способностью ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований
ПК-7	Способностью самостоятельно выполнять лабораторные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современных методов исследования почв, растений, удобрений и сельскохозяйственной продукции

Перечень универсальных компетенции (УК), формируемых при изучении дисциплины – Экспериментальная агрохимия

Шифр УК	Формулировка ОПК
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-5	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
УК-6	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КУРС ЛЕКЦИЙ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.1.2 Экспериментальная агрохимия

Код и направление
подготовки

**35.06.01-
Сельское хозяйство**

Наименование профиля
программы подготовки научно-
педагогических кадров в аспирантуре/

Агрохимия

Квалификация
(степень) выпускника

**Преподаватель.
Преподаватель-
исследователь**

Факультет

Агрохимия и почвоведение

Кафедра – разработчик

Агрохимия

Ведущий преподаватель

Шеуджен А.Х.

Краснодар 2014

1 Содержание дисциплины

1.1 Содержание лекций

Количество лекций составляет 12 часов или 0,3 з.ед.

Таблица 1

№ темы лекции	Наименование темы и план лекции
1	Методологические основы, виды и уровни научных исследований.
2	Методы исследований.
3	Классификация и характеристика опытов.
4	Вегетационный опыт.
5	Полевой опыт.
6	Основы статистической обработки данных.

Методологические основы, виды и уровни научных исследований – 2 часа.

Зарождение опытного дела и его совершенствование в России.

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.

Структура и задачи научных учреждений. Лаборатории, опорные пункты, опытные поля, научные отделы, опытные станции, институты, академии наук.

Методологические основы научного познания. Научные исследования. Этапы научных исследований.

Уровни и виды исследований – эмпирический и теоретический. Суждение, умозаключение. Фундаментальные и прикладные исследования. Системный подход в науке. Основные понятия и термины – эксперимент, контрольный вариант, схема опыта, повторность опыта, опытная делянка, достоверность опыта, ошибка опыта, точность опыта, корреляция, регрессия.

Тема №2 Методы исследований – 2 часа.

Общенаучные методы – гипотеза, эксперимент, наблюдения, анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование, конкретизация, аналогия, моделирование, формализация, инверсия, обобщение.

Специальные методы – лабораторный, вегетационный, лизиметрический, вегетационно-полевой, полевой, экспедиционный.

Лабораторный метод – как метод, используемый для анализа растений и среды их обитания в лабораторных условиях, для изучения взаимодействий растений с внешней средой, обмена веществ в растениях, оценки качества урожая, исследования физических, химических, микробиологических свойств почвы и т. д.

Вегетационный метод – как метод исследования растений, выращиваемых в сосудах в стеклянных домиках при строго контролируемых условиях внешней среды сроком от нескольких дней до нескольких месяцев

Лизиметрический метод – исследование растений и свойств почвы в поле для изучения баланса влаги и элементов питания.

Полевой метод – как метод проведения полевых опытов и основной метод научной агрономии.

Экспедиционный метод – как метод изучения и обобщения агрохимических вопросов непосредственно на производстве с помощью обследования посевов культур.

Роль ученых в разработке методов исследования.

Тема №3 Классификация и характеристика опытов – 2 часа.

Подразделение опытов по длительности: разведывательные, краткосрочные, многолетние и длительные.

Подразделение опытов по месту проведения: проводимые в научно-исследовательских учреждениях или вузах – мелкоделяночные, лабораторно-полевые и полевые; проводимые на производстве – опыты-пробы, точные сравнительные, по учету эффективности новых агроприемов, демонстрационные, производственные.

По числу изучаемых факторов: однофакторные и многофакторные.

По географическому охвату объектов исследований: географические и единичные.

Использование опытов для решения конкретных задач. Вегетационные опыты, опыты в фитотронах, лизиметрические опыты. Требования, предъявляемые к опытам – принцип единственного логического различия; правило целесообразности соблюдением их типичности; пригодность условий для проведения определенных опытов; соблюдать условие воспроизводимости результатов опыта в идентичных условиях; проведение исследований на перспективных культурах и сортах; тщательное ведение документации опыта; проведение в опытах основных и сопутствующих им учетов и наблюдений, необходимых для выполнения программы исследований.

Пути повышения точности и достоверности. Снижение ошибок. Виды ошибок – систематические, грубые, случайные.

Тема №4 Вегетационный опыт – 2 часа.

Сущность и задачи вегетационного опыта.

Вегетационные сооружения.

Построение схемы опыта, расчет физической массы удобрений на сосуд.
Набивка сосудов.

Основные элементы методики вегетационного опыта.

Почвенная культура. Песчаная культура. Водная культура. Гидропоника.
Воздушная культура. Достоинства и недостатки различных видов культур.

Тема №5 Полевой опыт – 2 часа.

Число вариантов опыта, размер опытных делянок, защитные полосы, форма делянок и их ориентация на местности. Виды полевых опытов в зависимости от места постановки, цели и длительности опыта, размера делянок – стационарные, производственные, однофакторные, многофакторные, короткосрочные или однолетние, длительные или многолетние опыты, единичные и массовые. В зависимости от размера делянки: мелкоделяночные и крупноделяночные.

Требования к проведению полевого опыта. Методика и техника проведения полевого опыта.

Выбор и подготовка участка под опыт.

Распространение опыта, размещение опытного участка.

Уборка и учет урожая.

Тема №6. Основы статистической обработки результатов исследований – 2 часа.

Математическая статистика (совокупность и выборка). Краткая история. Работы Аристотеля, Леонардо да Винчи, Я. Бернулли, Ф. Гальтона, К. Пирсона. О роли вклада в математическую статистику английского математика Р. Фишера. Вклад русских ученых в методы статистической обработки, научные работы: Менделеева Д. И., Леонтовича А. В., Деревецкого Н. Ф., Перегудова В. Н., Любищева А. А., Плохинского Н. А., Рокецкого П. Ф., Урбаха В. Ю., Молостова А. С., Доспехова Б. А., Лакина Г. Ф.

Основные понятия и задачи в математической статистике. Подготовка данных к статистической обработке.

Обобщенный метод обработки экспериментальных данных.

Дисперсионный и обобщенный анализ. Обработка данных на примере полевого и вегетационного опыта.

Корреляционный, регрессионный анализы. Сущность, задачи, преимущества и недостатки

Ковариационный анализ. Сущность, задачи, преимущества и недостатки.

Перечень основной литературы по дисциплине:

Основная литература:

1. Шеуджен А. Х.. Агрохимия: учеб.пособие / под ред. А. Х. Шеуджена. – Ч.2 (2). Краснодар: КубГАУ, 2011. – 655 с.

2. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н. Методика агрохимических исследований : учеб.пособ. / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. - Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.

Дополнительная литература:

1. Агеев В. В. Планирование, методология, методика, модификации длительных опытов с удобрениями и математико-статистические методы обработки экспериментальных данных: метод.указ./ В. В. Агеев, А.И. Подколзин, С. В. Динякова. – Ставрополь:СтГау, 2007. – 384 с.

2. Вавилов П. П. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др. // под ред. П. П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 552 с.

3. Голубев Б.А. Лизиметрические методы исследования в почвоведении и агрохимии. М. – 1967 .

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. «Колос», 1985. – 416 с.

5. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. — М.: Наука, 1968. – 265 с.

6. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / пер. с англ. — М.: Колос, 1981. – 320 с.

7. Минеев В. Г. Агрохимия. Изд-во МГУ.: М. – 2003. – 384 с.

8. Минеев В. Г., Лебедева Л. А. История агрохимии и методологии агрохимических исследований.–Изд-во МГУ.: М. - 1999. – С. 261-271.

9. Моисейченко В. Ф., Трифонова М. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. Е. Основы научных исследований в агрономии.– М.:Колос, 1996.– 336 с.

10. Моисейченко В. Ф, Заверюха А. Х., Трифонова М. Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. – М.: Колос, 1994. – 384 с.

11. Молостов А. С. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1965. – 239 с.

10. Перегудов В. Н.. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов / под ред. В. Н. Перегудова.– М.: ВИУА, 1976. – 112 с.
12. Семенов В. А. Совершенствование методики проведения длительных опытов и математические методы обработки экспериментальных данных / В. А. Семенов, Л. К. Шевцова, В. А. Романенков. – М.: Агроконсалт, 2003. – 276 с.
13. Симакин А. И. Удобрения, плодородие почв и урожай.– С. 249-256.
14. Шеуджен А. Х., Куркаев В.Т., Котляров Н. С. Агрохимия. Майкоп., 2006. – 1075 с.
15. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. – М.: Колос, 1972. – 270 с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.1.2 Экспериментальная агрохимия

Код и направление
подготовки

**35.06.01-
Сельское хозяйство**

Наименование профиля
программы подготовки научно-
педагогических кадров в аспи-
рантуре/

Агрохимия

Квалификация
(степень) выпускника

**Преподаватель.
Преподаватель-
исследователь**

Факультет

Агрохимия и почвоведение

Кафедра – разработчик

Агрохимия

Ведущий преподаватель

Шеуджен А.Х.

Краснодар 2014

Практические (семинарские) занятия

На практические занятия аспирантов учебным планом выделено 20 часов или 0,5 з.ед.

Таблица 1

№ темы лекции	Наименование практического занятия
6	1. Математическая обработка результатов опыта и аналитических данных: Основные методы статобработки: обобщенный, дисперсионный и корреляционный.
	Обработка урожайных данных полевого опыта дисперсионным методом.
	Обработка урожайных данных вегетационного опыта
	Обработка данных динамики содержания азота, фосфора и калия в почве и растениях.
	Обработка данных производственного опыта дисперсионным методом.
	Обработка данных качества продукции.
2-5	2. Техника закладки вегетационного и полевого опытов. Схемы опыта. Расчет доз удобрений, размер делянки, методика отбора растительных и почвенных образцов. Учет урожая и его структура.

ОБЩИЕ ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

1. Каждому обучающемуся выдается индивидуальное задание по материалам научных исследований или используют данные своих исследований полевого и (или) вегетационного опытов: биометрические наблюдения; динамику элементов минерального питания в растениях, почве; урожайные данные; результаты качественного анализа сельскохозяйственных культур, проводимых при подготовке написания кандидатской диссертации. Все полученные экспериментальные данные необходимо математически обработать обобщенным, дисперсионным, корреляционным, регрессионным и ковариационным методами. При проведении вегетационного или полевого опытов приводится: схема опыта с обоснованием ее методической правильности,

схематический рисунок деланки с указанием размеров длины и ширины учетной части, защитных полос, площади общей и учетной, рисунок расположения повторностей, расчет доз удобрений в кг на деланку.

Индивидуальное задание аспирантом защищается.

2. Основной целью выполнения индивидуального задания является научить обучающегося умению:

- планировать и проводить вегетационные, полевые и производственные опыты с удобрениями;
- выполнять наблюдения, учеты и анализы в опытах.
- аналитически оценивать полученные экспериментальные данные;
- подготавливать научные статьи и публикации.

3. При выполнении индивидуального задания обучающийся не только показывает уровень профессиональной подготовленности по разработке схемы, программы, методики и техники закладки и проведения полевых и вегетационных опытов в строгом соответствии с целями и задачами полученного задания, но и овладевает практическими квалификационными приемами и навыками.

Указания к составлению индивидуального задания:

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Обоснование актуальности темы исследований

На основе литературных данных и передовой практики характеризуется степень изученности применения удобрений, показываются возможности более эффективного их использования и необходимость дальнейших исследований данного вопроса.

1.2 Цель и задачи исследований

В этом разделе обучающийся определяет основную цель исследований, приведение которых дает возможность определить наиболее оптимальные приемы использования удобрений, позволяющие получать высокие урожаи культуры с хорошим качеством продукции. Определяются задачи исследований, выполнение которых позволит достичь цели исследований.

2. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

Растения. Кратко излагаются биологические особенности культуры, сроки наступления фаз роста и развития, особенности питания.

Почва. Приводится агрохимическая характеристика типа почвы, на которой проводится опыт (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы (указать тип почвы)

Глубина, см	Показатели					Валовое содержание, %			
	гумус	рН		Нг	S	V	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%	H ₂ O	KCl	мг-экв./100 г		%			
0–20									

В тексте указывается содержание подвижных форм основных элементов питания в мг/кг почвы и их запас в кг/га.

Удобрения. Описывается агрохимическая характеристика применяемых в опыте удобрений, взаимодействие их с почвой, обосновывается возможность применения их в опыте.

2.2 Схема опыта и ее обоснование

При проведении полевого опыта приводится: схема опыта с обоснованием ее методической правильности, схематический рисунок делянки с указанием размеров длины и ширины учетной части, защитных полос, площади общей и учетной, рисунок расположения повторностей, расчет доз удобрений в кг на делянку (приложение).

Если проводился вегетационный опыт, то излагается: схема опыта с обоснованием ее методической правильности, число повторностей, на какой культуре выращиваются растения (почвенная, песчаная или водная), тип используемых сосудов и их вместимость, дозы удобрения в действующем веществе и в физической массе в г на сосуд (приложение).

2.3 Программа исследований

В этом подразделе обучающийся описывает время и способы внесения и заделки удобрений с соответствующими способами обработки почвы, сроки посадки (посева), норму высева семян в кг/га., млн./га и шт./сосуд, сорт вы-

севаемой культуры, основные мероприятия по уходу за возделываемой культурой, наблюдения и исследования с учетом целей и задач исследований; разрабатывает, какие исследования он планирует проводить, в какие сроки, на каких вариантах и повторностях, в каком объеме.

2.4 Методика исследований

Излагается методика и техника закладки полевого опыта, описываются условия выбора участка и требования к рельефу, микрорельефу.

При изложении методики и техники закладки вегетационного опыта подробно описывается техника подготовки сосудов, удобрений (растворов солей), субстратов, техника набивки сосудов, подготовка к посеву и посев (посадка) растений, определение поливной массы сосудов или объема воды для полива, техника полива по массе и по объему сосудов (приложение).

Указывается методика отбора индивидуальных и смешанных почвенных образцов на делянках опыта перед закладкой опыта и во время вегетации растений для изучения динамики содержания подвижных форм элементов питания растений. Далее приводятся методы и их принципы, по которым будут проводиться анализы отобранных образцов почвы.

При описании биометрических наблюдений указывается методика определения сроков наступления фаз роста и развития изучаемой культуры, фенологические наблюдения, методика отбора растительных образцов, подготовка их к анализам, методы и их принципы проведения анализов по определенным показателям (наблюдения за влиянием удобрения на высоту растений, на накопление сухого вещества и элементов питания, на структуру урожая изучаемой культуры).

Описывается методика подготовки опыта к учету урожая: выбраковка отдельных делянок, уборка защитных полос, способ уборки – механизированный или ручной и метод учета урожая: сплошной или методом пробного снопа и пробных площадок, методика приведения урожайных данных к стандартным показателям.

При изучении действия удобрений на показатели качества урожая культуры излагается методика отбора образцов урожая, подготовка их к анализу, методы и их принципы определения качественных показателей.

Указываются методики статистической обработки урожайных, качественных и аналитических данных и обосновывается выбор одного из методов статистической обработки результатов, который позволит установить точность всего эксперимента ($S_{\bar{x}}, \%$) и наименьшую существенную разность ($НСР_{05}$) при 5 % уровне значимости между показателями по вариантам опыта.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При освещении результатов исследований все графики и таблицы, приводимые в тексте, составляются по средним показателям, а данные по повторностям статистически обрабатываются и помещаются в таблицу.

Достоверность полученных различий между данными показателями отдельных вариантов устанавливаем по статистической обработке данных обобщенным методом (приложение).

3.1 Динамика содержания подвижных форм элементов питания растений в почве

Дать объяснение, для чего проводятся наблюдения за динамикой содержания подвижных форм элементов питания в почве. Динамику элементов питания представляют в виде рисунков (графиков).

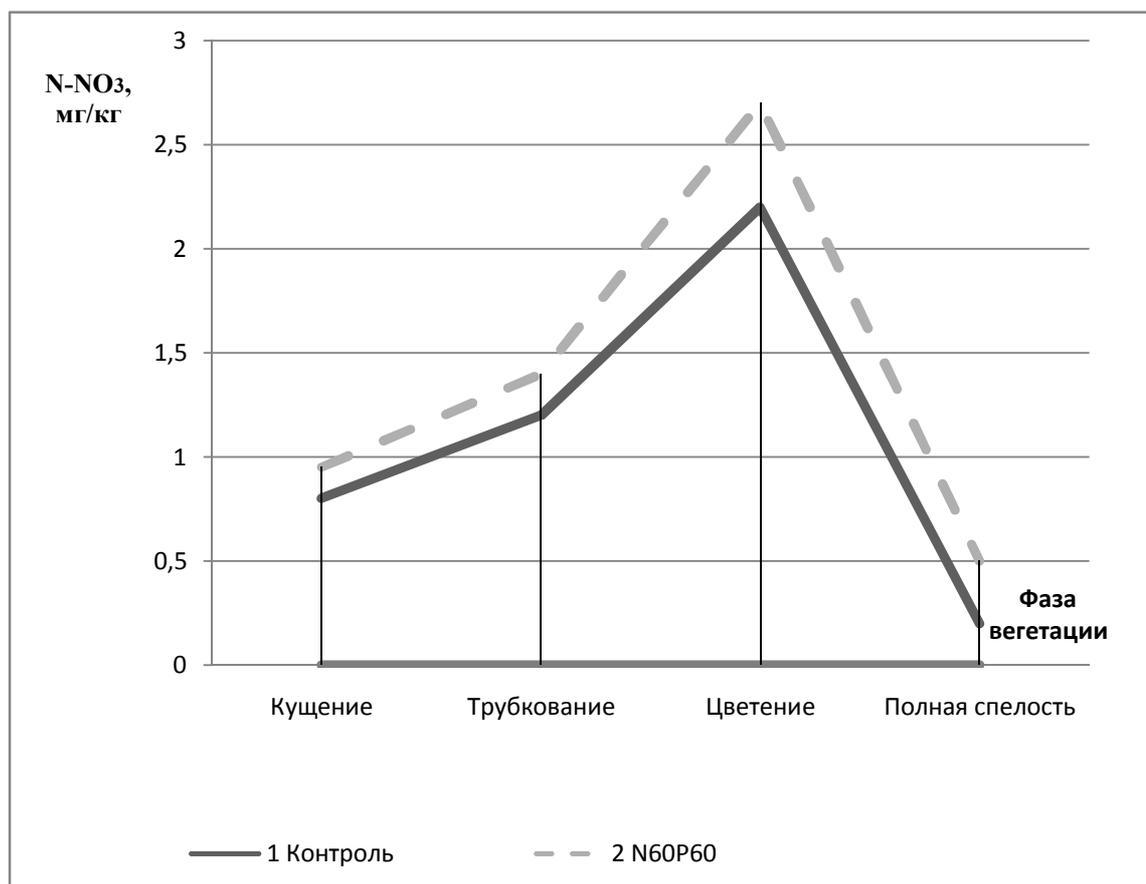


Рисунок 1 – Динамика содержания нитратного азота (N-NO₃) в почве под озимой пшеницей, мг/кг

По оси абсцисс отложить фазы (кущение, трубкавание, цветение и т.д.) в соответствии с продолжительностью фазы в днях, а по оси ординат - содер-

жание элемента в мг/кг почвы (рисунок 1). По каждому графику сделать анализ изменения содержания элемента питания по фазам роста и развития растений на неудобренном варианте и отметить, какое влияние оказали удобрения на этот показатель.

3.2 Биометрические наблюдения

Освещаются фенологические наблюдения, проводимые над опытными растениями от посева до созревания, выделяя фазы развития и смещения сроков их наступления на разных делянках (вариантах) опыта в зависимости от удобрений. В дальнейшем приводятся данные в виде таблиц или графиков, дается анализ влияния удобрений на высоту растений, накопление ими сухого (сырого) вещества, динамику потребления культурой элементов питания, на структуру урожая.

3.3 Влияние удобрений на урожай сельскохозяйственной культуры

Результаты учета урожайности в полевом опыте пересчитываются из килограммов с делянки в центнерах с гектара, приводятся к стандартным показателям и оформляются в виде таблицы (таблица 2).

Таблица 2 – Действие удобрений на урожайность сельскохозяйственной культуры

Вариант	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка от удобрений	
		ц/га	%
НСП05			

Данные урожайности сельскохозяйственных культур полевого и производственного опытов обрабатываем дисперсионным методом (приложение 2).

При проведении вегетационного опыта приводятся средние показатели по вариантам (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние удобрений на урожай сельскохозяйственной культуры

Вариант	Высота растений, см	Сырая масса, г/сосуд	Сухая масса, г/сосуд		
			общая	зерно	солома
НСП05					

После этого дается анализ действия удобрений на урожайность культуры.

3.4 Действие удобрений на качество продукции

Приводятся полученные в опыте данные по качеству продукции (содержание сырого белка, клейковины, сырого жира, сахаристость и т.д.) в зависимости от сельскохозяйственной культуры, в виде таблицы, аналогичной таблице 2 описывается, как повлияли удобрения на показатели качества.

Данные по качеству продукции обрабатываем обобщенным методом (приложение 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приводятся выводы по всем результатам исследований о действии удобрений, определяется наиболее эффективное удобрение, повышающее урожайность и качество сельскохозяйственной культуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

В конце индивидуального задания приводится список использованных литературных источников в соответствии с правилами библиографии.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложении помещают материал по статистической обработке данных, а также средние данные, по которым строились графики.

Каждое приложение должно быть пронумеровано в порядке ссылки на него в тексте и начинаться с новой страницы. Если в приложении приводится более одной таблицы, то они нумеруются (приложения 1,2 и т.д.).

ОБОБЩЕННЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Обобщенный метод позволяет находить одну общую ошибку средних урожаев для всего опыта или для двух средних урожаев любой пары сравниваемых вариантов. Этот метод применяется для обработки аналитических и биометрических данных, а также данных вегетационного анализа.

Пример: Статистическая обработка данных содержания нитратного азота $N-NO_3$ (мг/кг) в черноземе выщелоченном, слой 0-20 см в фазу трубкования озимой пшеницы.

Составляем таблицу 1.1

Таблица 1.1- Отклонения от средней

№ п / п	Ва-риант	Кол-во NO_3 (x)	$\sum x$	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$	Откло-нение от средней $x - \bar{x}$	Квадратичное отклонение $(x - \bar{x})^2$	Сумма квадра-тичных откло-нений $\sum (x - \bar{x})^2$
1	Кон-троль	0,80	1,70	0,85	-0,05	0,0025	0,005
		0,90			0,05	0,0025	
2	$N_{40}K_{40}$	1,20	2,50	0,40	-0,05	0,0025	0,005
		1,30			1,25	0,05	
3	P_{80}	1,10	2,10	0,20 \times	0,05	0,0025	0,005
		1,00			1,05	-0,05	
4							
...							
7	P_{100}	1,30	2,56	0,43 \times	0,02	0,0004	0,0008
		1,26			1,28	-0,02	

$$\bar{x} = 1,19 \quad \Sigma = 0,155$$

1. Дисперсия случайного рассеяния

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{nl - l}} = \pm \sqrt{\frac{0,155}{2 \times 7 - 7}} = \pm 0,149$$

2. Обобщенная ошибка среднего, тем меньше, чем меньше варьирование

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,149}{\sqrt{2}} = 0,105$$

3. Относительная ошибка или точность опыта

$$S_x, \% = \frac{S_x \times 100}{x} = \frac{0,105 \times 100}{1,19} = 8,8$$

4. Средняя ошибка разности

$$S_d = S_x \times \sqrt{2} = 0,105 \times \sqrt{2} = 0,149$$

5. $НСР_{05} = S_d \times t_{05} = 0,149 \times 2,4 = 0,36$

t_{05} – находим по таблице Стьюдента по числу степеней свободы,

$t_{05} = 2,4$ (приложение 3).

$НСР_{05}$ характеризует достоверность полученных различий между данными показателями при сравнении отдельных вариантов.

Вывод: $НСР_{05} = 0,36$ показывает, что существенные и достоверные различия получены на вариантах опыта с внесением $N_{40}K_{40}$ и P_{100} .

ДИСПЕРСИОННЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Сущностью дисперсионного анализа является расчленение общей суммы квадратов отклонений и общего числа степеней свободы на части – компоненты, соответствующие структуре эксперимента, и оценка значимости действия и взаимодействия факторов по F-критерию.

Пример. Статистическая обработка данных урожайности сои в зависимости от удобрений дисперсионным методом.

Составляем таблицу урожаев и вычисляем средние по вариантам и обобщенную для всего опыта.

Таблица 2.1 – Урожайность сои в зависимости от удобрений

Вариант опыта	Повторности			Сумма по вариантам Σx	$\frac{\Sigma x}{n}, \bar{x}$
	I	II	III		
Контроль	13,5	14,0	14,2	41,7	13,9
N ₆₀ P ₇₀ вразброс	16,2	16,3	15,8	48,3	16,1
N ₃₀ K ₃₀ локально, двумя лентами	15,7	16,3	15,7	47,7	15,9
Σ	45,4	46,6	45,7	137,7	15,3

1. Вычисляем среднее по вариантам делением суммы по вариантам (ΣV) на число повторностей (n).

2. Выбираем произвольное начало (A):

$$A = x_{\max} (16,3) + x_{\min} (13,5) = 29,8 : 2 = 14,9 \approx 15$$

Составляем таблицу 2.2 отклонений от произвольного начала (A)($x-A$) и проставляем полученные числа для каждого показателя \bar{x} соответствующим знаком.

Таблица 1.2 – Отклонения от произвольного начала

Вариант опыта	Отклонения от произвольного начала (A=15) (x-A)			ΣV_A
	I	II	III	
Контроль	-1,5	-1,0	-0,8	-3,3
N ₆₀ P ₇₀ вразброс	1,2	1,3	0,8	3,3
N ₃₀ K ₃₀ локально, двумя лентами	0,7	1,3	0,7	2,7
ΣP	0,4	1,6	0,7	2,7

Затем находим суммы отклонений по вариантам ΣV_A и повторениям ΣP_A . Все полученные значения возводим в квадрат и записываем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Отклонения в квадрате от произвольного начала

Вариант опыта	Квадраты отклонений (x-A) ²			ΣV_A^2
	I	II	III	
Контроль	2,25	1,00	0,64	10,89
N ₆₀ P ₇₀ вразброс	1,44	1,69	0,64	10,89
N ₃₀ K ₃₀ локально, двумя лентами	0,49	1,69	0,49	7,29
$\Sigma P_{A(ср)}$	0,16	2,56	0,49	7,29

Дальше проводим вычисления по формулам:

Число наблюдений

(число вариантов l умножаем на число повторностей n)

$$l \cdot n = 3 * 3 = 9$$

Корректирующий фактор C

$$C = \frac{\Sigma V_A^2}{l \cdot n} = \frac{7,29}{9} = 0,81$$

Общее варьирование C_γ (по таблице 1.3):

$$C_\gamma = \Sigma (x - A)^2 - C =$$

$$(2,25 + 1,00 + 0,64 + 1,44 + 1,69 + 0,64 + 0,49) - 0,81 = 9,52$$

Варьирование повторностей C_P :

$$C_P = \Sigma (\Sigma P_A) : l - C = (0,16 + 2,56 + 0,49) : 3 - 0,81 = 0,26$$

Варьирование вариантов C_V :

$$C_V = \Sigma (\Sigma V_A)^2 : n - C = (10,89 + 10,89 + 7,29) : 3 - 0,81 = 8,88$$

Случайное варьирование C_Z :

$$C_z = C_\gamma - (C_V + C_P) = 9,52 - (0,26 + 8,88) = 0,38 .$$

Полученные данные переносим в таблицу 1.4.

F_{05} находим по приложению 4 (число степеней свободы дисперсии вариантов – по горизонтали, а $(n-1)(l-1)$ – по вертикали. $F_{05}=6,9$

Таблица 1.4 – Результаты дисперсионного анализа

Вид рассеяния или дисперсия	Сумма квадратов	Число степеней свободы (γ)	Средний квадрат (дисперсия)	F*	
				ϕ	τ 05
Общее C_γ	9,52	$(l \cdot n) = 3 \cdot 3 = 9$			
Повторений C_P	0,26	$(n - 1) = 3 - 1 = 2$			
Вариантов C_V	8,88	$(l - 1) = 3 - 1 = 2$	$\gamma_1 = \frac{8,88}{2} = 4,44$	$\frac{4,44}{0,095} = 49,3$	6,9
Остаточное (ошибки) C_Z	0,38	$2 \cdot 2 = 4$	$\gamma_2 = \frac{0,38}{4} = 0,095$		

$$F_\phi > F_{05}$$

Для характеристики точности опыта частных различий вычисляют:

1. Обобщенная ошибка средней:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S_Z^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,095}{3}} = 0,17 \text{ ц/га}$$

2. Относительную ошибку средней (точность опыта):

$$S_{\bar{x}}, \% = \frac{S_{\bar{x}_0} \cdot 100}{\bar{x}_0} = \frac{0,17 \cdot 100}{15,3} = 1,13\%$$

3. Ошибку разности:

$$Sd = S_{\bar{x}} \cdot \sqrt{2} = 0,17 \cdot 1,414 = 0,24 \text{ ц/га}$$

4. Находим наименьшую существенную разницу

$$\gamma_{\text{ост}} = 4, \quad t_{05} = 2,8$$

t_{05} – находим по таблице Стьюдента (приложение 3) по числу степеней свободы.

$$HCP_{05} = Sd \cdot t_{05} = 0,24 \cdot 2,8 = 0,67 \text{ ц/га}$$

Составляем сводную таблицу 1.5 с установлением различий между вариантами.

Таблица 1.5–Урожайность сои в зависимости от доз и способов внесения удобрений, ц/га

Варианты	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Контроль	13,9	-	-
N ₆₀ P ₇₀ вразброс	* 16,1	2,2	15
N ₃₀ K ₃₀ локально, двумя лентами	* 15,9	2,0	14

$$HCP_{05} = 0,67$$

Делаем вывод: существенные или достоверные различия отмечаются во всех вариантах.

Определяем степень влияния разных факторов (таблица 1.6).

Таблица 1.6– Степень влияния на результативный признак разных факторов

Влияние вариантов	$\frac{C_V}{C_\gamma} \cdot 100 = \frac{8,88}{9,52} \cdot 100 = 93,3\%$
Влияние повторений	$\frac{C_P}{C_\gamma} \cdot 100 = \frac{0,26}{9,52} \cdot 100 = 2,73\%$
Влияние случайных факторов	$\frac{C_Z}{C_\gamma} \cdot 100 = \frac{0,38}{9,52} \cdot 100 = 4,0\%$
Влияние всех факторов	100%

Приложение 3

Стандартные значения критерия достоверности (критерий Стьюдента) [2]

Число степеней свободы	Уровень вероятности (P)			Число степеней свободы	Уровень вероятности (P)		
	0,95	0,99	0,999		0,95	0,99	0,999
1	12,7	63,7	637,0	17	2,1	2,9	4,0
2	4,3	9,9	31,6	18	2,1	2,9	3,9
3	3,2	5,8	12,9	19	2,1	2,9	3,9
4	2,8	4,6	8,6	20	2,1	2,8	3,9
5	2,6	4,0	6,9	21	2,1	2,8	3,8
6	2,4	3,7	6,0	22	2,1	2,8	3,8
7	2,4	3,5	5,3	23	2,1	2,8	3,8
8	2,3	3,4	5,0	24	2,1	2,8	3,7
9	2,3	3,3	4,8	25–28	2,1	2,8	3,7
10	2,2	3,2	4,6	29–30	2,0	2,8	3,7
11	2,2	3,1	4,4	31–34	2,0	2,7	3,7
12	2,2	3,1	4,3	35–42	2,0	2,7	3,6
13	2,2	3,0	4,1	43–62	2,0	2,7	3,5
14	2,1	3,0	4,1	63–175	2,0	2,6	3,4
15	2,1	3,0	4,0	176 и более	2,0	2,6	3,3
16	2,1	2,9	4,0				

Приложение 4

Таблица величин F для вероятности 95 % для различных значений числа степеней свободы большего V1 и меньшего V2 квадрата рассеяния[2]

	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	20	40	∞
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,39	19,41	19,44	19,47	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,78	8,74	8,66	8,60	8,53
4	7,71	6,94	6,54	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	5,96	5,91	5,80	5,71	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,84	4,74	4,68	4,56	4,46	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,06	4,00	3,87	3,77	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,63	3,57	3,44	3,34	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,34	3,28	3,15	3,05	2,93
9	5,21	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,13	3,07	2,93	2,82	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	2,97	2,91	2,77	2,67	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,86	2,79	2,65	2,53	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,76	2,69	2,54	2,42	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,67	2,60	2,46	2,34	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,60	2,53	2,39	2,27	2,13
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,49	2,42	2,28	2,16	2,01

1. Расчет доз удобрений в килограммах на делянку по формуле:

$$Y = \frac{D \times S_{\text{дел.}}}{100 \times C}$$

где Д – доза удобрений в кг д.в.;

S – общая площадь делянки, м²;

C – % д.в. удобрения.

Пример:

Рассчитать дозу (Y) азотных удобрений в кг/га, если общая площадь делянки 72 м² (3,6×20 м), удобрение сульфат аммония, % д.в. 20,5 % в количестве N₅₀.

$$Y = \frac{50 \times 72}{100 \times 20,5} = 1,75 \text{ кг/делянку.}$$

2. Расчет доз удобрений на сосуд:

Пример 2.1:

Дозы удобрений на сосуд рассчитывают по действующему веществу, пользуясь справочной таблицей средних доз удобрений для опытов в почвенных культурах в г/кг применяемой почвы [6].

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые	0,15	0,10	0,10
Бобовые	0,02–0,04	0,10–0,15	0,10–0,15
Рис	0,30	0,20	0,15
Картофель	0,12	0,20	0,28
Свекла	0,15–0,20	0,20–0,25	0,20–0,25
Капуста	0,15–0,20	0,20–0,25	0,20–0,25
Томаты	0,15	0,15–0,20	0,20–0,30
Огурцы	0,20	0,20	0,25
Лук	0,10	0,15	0,20

Допустим, в сосуд при выращивании зерновых вмещается 5 кг почвы, K₂O потребуется 5×0,10=0,5 г, удобрение хлористый калий, содержащий 60 % K₂O, следовательно, на каждый сосуд требуется:

$$\frac{0,5 \times 100}{60} = 0,833 \text{ г удобрения.}$$

Рассчитанное количество удобрения удобно вносить в виде раствора в объеме, например, 30 мл. Зная количество сосудов, нужно приготовить несколько больше раствора (на случай пролива). На 30 мл требуется 0,833 г хлористого калия, а на 2 л - x, решая пропорцию ($x = \frac{0,833 \times 2000}{30} = 55,5 \text{ г}$), оп-

ределим, что растворив 55,5 г удобрения в 2 л дистиллированной воды, получают раствор, в 30 мл которого содержится требуемое количество удобрения на сосуд. Плохо растворимые и нерастворимые удобрения или соли вносят в сухом виде, предварительно взяв навески в пакетики.

Пример 2.2:

Расчет доз удобрений исходя из площади сосуда - πr^2 и из дозы удобрений для полевого опыта увеличенной в 2 раза.

Пусть радиус сосуда $r=12$ см, его площадь $\pi r^2=3,14 \times 12^2=452,16$ см².

Доза азота в полевом опыте $-N_{80}=N_{80000\Gamma} \times S = 100000000$ см².

Решая пропорцию:

$$(x = \frac{80000 \times 452,16}{100000000} \times 2 = 0,72 \text{ г д.в. /сосуд}).$$

Сульфат аммония содержит N-20,5 %, следовательно, на каждый сосуд требуется $\frac{0,72 \times 100}{20,5} = 3,6$ г удобрения.

3. Определение поливной массы (объема) воды в сосудах Митчерлиха для поддержания влажности почвы на оптимальном уровне 60 % от полной влагоемкости, равной 50 %.

– находим влажность в сосудах 60 % от 50 % полной влагоемкости, исходя из пропорции:

$$\begin{array}{l} 50 \% - 100 \% \\ x - 60 \%, \end{array}$$

$x = 30$ % от абсолютно сухой почвы

– находим абсолютно сухую навеску от 5 кг почвы в сосуде. Влажность почвы при набивке сосудов == 15 %.

$$\text{Абсолютно сухая навеска} = 5000 \times \frac{100}{100+15} = 4350 \text{ г.}$$

– рассчитываем норму воды для полива из пропорции при увлажнении до 30 %:

$$\begin{array}{l} 4350 - 100 \% \\ x - 30\%: \end{array}$$

$$x = \frac{4350 \times 30}{100} = 1350 \text{ г воды на сосуд}$$

Для сосудов Вагнера - полив по массе сосуда, который складывается из общего веса сосуда плюс вес воды при увлажнении до 30 % от абсолютно сухой почвы.

Общий вес набитого сосуда складывается из:

– вес тары до набивки (сосуд+битое стекло+трубка);

- вес картонного чехла;
- вес песка, добавленного сверху почвы - 200 г;
- вес абсолютно сухой почвы - 4350 г;
- вес воды - 30 % от 4340 г = 1350 г.

Приложение 6

Вынос азота, фосфора и калия с урожаем основной и
побочной продукции сельскохозяйственных культур, кг/т [7]

Культура	Вынос питательных веществ		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	33,0	10,4	21,7
Озимый ячмень	27,3	10,4	23,6
Овес	31,3	12,5	26,9
Рис	33,6	14,8	32,8
Кукуруза (зерно)	28,1	9,1	23,6
Горох (зерно)	60,3	14,9	27,2
Фасоль	36,8	13,8	17,2
Соя	74,5	18,9	26,9
Зернобобовые (зерно)	54,3	14,4	18,4
Подсолнечник (семена)	52,7	19,6	100,6
Клещевина	51,9	13,6	26,1
Рапс (семена)	41,1	19,3	27,0
Арахис	54,7	10,3	31,0
Сахарная свекла (корнеплоды)	4,9	1,6	6,3
Сахарная свекла (семена)	39,1	17,0	52,1
Картофель	5,7	1,7	7,6
Бахчевые культуры	5,0	0,6	5,8
Овощи	4,4	1,4	4,6
Морковь	3,2	1,0	5,0
Свекла столовая	2,7	1,5	4,3
Огурцы	1,7	1,4	2,6
Томаты, лук на репку	3,7	1,2	4,0
Кормовые корнеплоды	3,2	1,5	5,7
Кукуруза (зеленая масса)	3,7	1,1	3,5
Подсолнечник (зеленая масса)	3,0	0,8	6,0
Злако-бобовая смесь (зеленая масса)	4,5	1,2	4,0
Многолетние травы (сено)	26,3	6,2	20,2
Злаковые травы (сено)	20,2	6,2	17,3
Сад (плоды)	5,8	2,4	5,8
Яблоня, груша	2,9	0,8	3,9
Слива, персик	3,4	0,8	3,0
Вишня, черешня	5,5	1,3	4,5
Ягодники	5,0	1,6	5,2
Орехоплодные (орехи)	25,0	4,0	5,2
Виноградник	7,1	3,3	9,0
Питомник (вынос с 1 га)	42,2	16,1	23,9

Приложение 7

Примерные коэффициенты использования питательных веществ из разных почв сельскохозяйственными культурами, %[7]

Почвы	Методы определения подвижных форм P ₂ O ₅ и K ₂ O в почве	N легкогидролизуемый	P ₂ O ₅	K ₂ O
Дерново-подзолистые	по Кирсанову	≈20	5–7	10–20
Серые лесные	по Кирсанову	≈20	8–10	10–30
Черноземы некарбонатные	по Чирикову	20–30	10–15	10–30
Черноземы карбонатные	по Мачигину	20–30	15–30	5–20
Каштановые	по Мачигину	≈20	15–30	5–15
Сероземы	по Мачигину	≈20	15–30	5–15

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев В. В. Планирование, методология, методика, модификации длительных опытов с удобрениями и математико-статистические методы обработки экспериментальных данных: метод.указ. / В. В. Агеев, А. И. Подколзин, С. В. Динякова. – Ставрополь: СтГау, 2007. – 384 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта/ Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. «Колос», 1985. – 416 с.
3. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода / З. И. Журбицкий. – М.: Наука, 1968. – 265 с.
4. Минеев В. Г. Агрохимия/ В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ. – 2003. – 346 с.
5. Перегудов В. Н. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов / под ред. В. Н. Перегудова. – М.: ВИ-УА, 1976. – 112 с.
6. Пискунов А. С. Методы агрохимических исследований/ А. С. Пискунов. – М.: «Колос», 2004. – С.24.
7. Практикум по агрохимии. /под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
8. Шеуджен А. Х. Агрохимия/ А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Н. С. Котляров. – Майкоп, 2006. – 1075 с.
9. Шеуджен А. Х. Агрохимия: учеб.пособие / под ред. А. Х. Шеуджена.– Краснодар: КубГАУ, Ч. 2 (2).– 2011. – 655 с.
10. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. – Ф. А. Юдин. – М.: Колос, 1972. – 270 с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.1.2 Экспериментальная агрохимия

Код и направление подготовки	35.06.01- Сельское хозяйство
Наименование профиля программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре/	Агрохимия
Квалификация (степень) выпускника	Преподаватель. Преподаватель-исследователь
Факультет	Агрохимия и почвоведение
Кафедра – разработчик	Агрохимия
Ведущий преподаватель	Шеуджен А.Х.

Краснодар 2014

На самостоятельную работу обучающимся учебным планом выделено 76 часов или 2,1 з.ед. (заочное – 92 ч. или 2,9 з.ед.) Обучающиеся должны пройти самостоятельно тестирование, решить проблемные ситуации, написать реферат, подготовиться к вопросам на зачет.

1. Программа самостоятельной работы

Таблица 1

№ темы лекции	Форма самостоятельной работы	Форма контроля
1	Предмет и методы исследований в агрохимии. Роль агрохимических исследований в условиях химизации земледелия.	ответы во время устного или письменного опроса
2	Проработка конспектов лекции, изучение основной и дополнительной литературы по методам исследований.	ответы во время устного или письменного опроса
3	Проработка конспектов по теме: «Классификация и характеристика опытов».	ответы во время устного или письменного опроса
4	Лизиметрический метод как метод передвижения воды и элементов питания. Конструкции лизиметров.	ответы во время устного или письменного опроса
5	Лабораторный опыт. Его цели и задачи.	ответы во время устного или письменного опроса
6	Вегетационный опыт. Сущность, задачи.	ответы во время устного или письменного опроса
7	Полевой опыт. Основные элементы методики полевого опыта.	ответы во время устного или письменного опроса
8	Работа с литературой по вопросу: Методика агрохимического обследования почв и составление картограмм. Работа с литературой.	ответы во время устного или письменного опроса
9	Опыты с плодовыми культурами, ягодниками, виноградниками. Опыты на сенокосах и пастбищах.	ответы во время устного или письменного опроса

1.1. Рефераты (доклады)

Реферат — это краткое изложение в письменном виде содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление. Его задачами являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация;
2. Развитие навыков логического мышления;
3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

Текст реферата должен содержать аргументированное изложение определенной темы. Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список используемых источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т. д.

Темы рефератов

1. Заслуги русских ученых в разработке агрохимических методов исследований.
2. Роль агрохимических исследований в условиях широкой химизации земледелия.
3. Полевой, вегетационный и лизиметрический методы исследований.
4. Роль Д.И. Менделеева в разработке метода полевого опыта.
5. Метод меченных атомов в агрохимических исследованиях. Радиоактивные изотопы в агрохимических исследованиях.
6. Методы статистической обработки, используемые в научной и практической работе.

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «удовлетворительно» — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «неудовлетворительно» — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

1.2. Производственные ситуации

Примеры решения

Производственная ситуация 1:

Разработать годовой план внесения удобрений под озимую пшеницу, возделываемую по интенсивной технологии. Планируемая урожайность 50 ц/га. Предшественник - горох, почва - чернозем обыкновенный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность 35 мг/кг. Содержание подвижного P_2O_5 - 17 мг/кг, обменного калия - 64 мг/кг. Решение:

1. Вынос N, P_2O_5 , K_2O с планируемой урожайностью 50 ц/га или 5 т/га, кг/га

$$N=33 \times 5=165$$

$$P_2O_5=10,4 \times 5=52$$

$$K_2O=21,7 \times 5=108,5 \text{ кг/га}$$

2. Запас в почве N, P_2O_5 , K_2O в кг/га, исходя из массы пахотного слоя:

$$N=35 \text{ мг/кг} \times 3=105$$

$$P_2O_5=17 \times 3=51$$

$$K_2O=64 \times 3=192$$

3. С учетом коэффициента использования из чернозема обыкновенного:

$K_{исп.} N=30\%$, $K_{исп.} P_2O_5=22\%$, $K_{исп.} K_2O=20\%$; исходя из пропорции рассчитываем содержание N, P_2O_5 , K_2O в почве:

N: 105– 100%

$$x - 30, x = \frac{105 \times 30}{100} = 31,5 \text{ кг}$$

P_2O_5 : 51– 100%

x - 22 %, $x = \frac{51 \times 22}{100} = 11,2 \text{ кг}$

K_2O : 192– 100%

x - 20 %, $x = \frac{192 \times 20}{100} = 38,4 \text{ кг}$

3. Требуется внести (вынос-запас в почве):

$$N=165-31,5=133,5\text{кг}$$

$$P_2O_5=52-11,2=40,8\text{кг}$$

$$K_2O=108,5-35,4=73,1\text{кг}$$

4. С учетом предшественника - горох накапливает: $N=90$ кг/га

$$\text{Требуется внести: } N_{43,5}P_{40,8}K_{73,1}$$

Производственная ситуация 2:

Под сахарную свеклу внесено: 40 т/га навоза, 1 ц/га карбамида, 1 ц/га двойного суперфосфата и 1,2 ц/га калийной соли.

Урожайность корнеплодов составила 500 ц/га. Рассчитать баланс питательных веществ, если 1 т корнеплодов с соответствующим количеством ботвы сахарная свекла выносит: азота 4,9 кг, фосфора 2,0 и калия 6,3 кг.

Решение:

1. Вынос, кг/га:

$$N=4,9 \times 50\text{т}=245$$

$$P_2O_5=2,0 \times 50=100$$

$$K_2O=6,3 \times 50=315 \text{ кг/га}$$

2. Количество НРК, которое используется в 1 год из 40 т навоза, кг:

$$N=1,5\text{кг/т} \times 40=60$$

$$P_2O_5=1,0 \times 40=40$$

$$K_2O=4 \times 40=16\text{кг}$$

$$N_{60}P_{40}K_{160}$$

3. Внесено с минеральными удобрениями:

с 1 ц д.в. мочевины $CO(NH_2)_2 \rightarrow N_{46}$

с 1 ц д.в. суперфосфата $Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow P_{46}$

с 1 ц д.в. калийной соли $KCl + KCl \times NaCl \rightarrow 1,2 \times 48 = K_{48}$

4. Внесено с органическими и минеральными удобрениями: $N_{106}P_{86}K_{208}$

5. Баланс

$$N=245-106= -139 \text{ кг}$$

$$P_2O_5=100-86=+14 \text{ кг}$$

$$K_2O=315-208= -107 \text{ кг}$$

6. Возмещение по пропорции:

$$\text{вынос} - 100\%$$

$$\text{внесено} - x$$

$$N: \quad 245-100\%$$

$$106 - x, \quad x=43,2\%$$

P_2O_5 : 100–100%

86 – x , x=86,0%

K_2O : 315–100%

208– xx=66,0%

Следовательно: необходимо добавить удобрений для воспроизводства плодородия почвы:

$N=120-43,2=76,8\%$

$P_2O_5=120-86=34\%$

$K_2O=120-66=54\%$.

Производственная ситуация 3:

В среднем по севообороту минерализация гумуса составляет 1,06 т/га, восполнение за счет пожнивно-корневых остатков - 0,26 т/га, внесено навоза 8 т/га. Влажность навоза 70%, коэффициент гумификации навоза - 25% на сухое вещество.

Рассчитать:

а) баланс гумуса в севообороте,

б) какое количество навоза необходимо вносить в среднем на 1 га севооборота для бездефицитного баланса гумуса.

Решение:

Дефицит гумуса: $1,06-0,26=0,80$ т/га = 800 кг/га.

Содержание сухого вещества в навозе 30 % или 300 кг/т.

Коэффициент гумификации навоза– 25 % от сухого вещества.

Количество гумуса, образующегося от 1 т навоза:

$$\frac{300 \times 25}{100} = 75 \text{ кг.}$$

Насыщенность севооборота навоза– 6 т/га.

Всего внесли гумуса 6 т/га: $6 \times 75=450$ кг гумуса.

За счет пожнивных остатков: $0,26 \text{ т} = 260$ кг гумуса. Всего внесли: $450+260=710$ кг гумуса.

Минерализация гумуса по севообороту составляет:

1,06 т/га = 1060 кг гумуса.

Ежегодно дефицит (баланс) гумуса: $-1060-710=-350$ кг.

Баланс гумуса:

800 кг – 100 %

710 кг – x, x=8,7%

Для бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить на 1 га пашни органических удобрений: $800:75=10,6$ т/га.

Для ликвидации дефицита необходимо добавлять навоза $350:75=4,6$ т/га.

ПРОБЛЕМНЫЕ СИТУАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Производственная ситуация 1:

Разработать годовой план внесения удобрений под подсолнечник, возделываемый по интенсивной технологии. Планируемая урожайность – 28 ц/га. Предшественник - озимая пшеница, почва - чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность – 9 мг/кг. Содержание подвижного фосфора – 25мг/кг, обменного калия – 110 мг/кг.

Производственная ситуация 2.

Разработать годовой план внесения удобрений под огурец. Планируемая урожайность – 200 ц/га. Предшественник – томаты, почва– чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность –50 мг/кг. Содержание подвижного фосфора –180 мг/кг, обменного калия – 200 мг/кг.

Производственная ситуация 3

Разработать годовой план внесения удобрений под сахарную свеклу, возделываемую по интенсивной технологии. Планируемая урожайность – 310 ц/га. Предшественник озимая пшеница, почва -чернозем обыкновенный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность – 25 мг/кг. Содержание подвижного фосфора – 120 мг/кг, обменного калия–280 м г/кг.

Производственная ситуация 4:

Разработать годовой план внесения удобрений под кукурузу на зерно, возделываемую по интенсивной технологии. Планируемая урожайность – 60 ц/га. Предшественник – озимая пшеница, почва – чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность– 10 мг/кг. Содержание подвижного фосфора– 130 мг/кг, обменного калия –180 мг/кг.

Производственная ситуация 5.

Разработать годовой план внесения удобрений под картофель. Планируемая урожайность– 150 ц/га. Предшественник–озимая пшеница, почва – чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность – 35 мг/кг.Содержание подвижного фосфора – 250 мг/кг, обменного калия –190 мг/кг.

Производственная ситуация 6

Разработать годовой план внесения удобрений под сахарную свеклу, возделываемую по интенсивной технологии. Предшественник–озимая пшеница, почва–чернозем выщелоченныймалогумусныйсверхмощный. Нитрифицирующая способность – 18 мг/кг. Содержание подвижного фосфора– 190 мг/кг, обменного калия –150 мг/кг.

Производственная ситуация 7

В среднем по севообороту минерализация гумуса составляет 1,0 т/га, восполнение за счет пожнивно-корневых остатков = 0,28 т/га, внесена навоза 6 т/га. Влажность навоза – 70 %, коэффициент гумификации навоза – 25% на сухое вещество.

Рассчитать: а) баланс гумуса в севообороте, б) какое количество навоза необходимо вносить в среднем на 1 га севооборота для бездефицитного баланса гумуса.

Производственная ситуация 8:

Разработать годовой план внесения удобрений под озимую пшеницу, возделываемую по интенсивной технологии. Планируемая урожайность – 55 ц/га. Предшественник – многолетние травы, почва–черноземвыщелоченныймалогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность – 25 мг/кг. Содержание подвижного фосфора– 120 мг/кг, обменного калия –280 мг/кг.

Производственная ситуация 9:

Разработать годовой план внесения удобрений под безрассадные томаты. Планируемая урожайность 200 ц/га. Предшественник капуста, почва – чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный. Нитрифицирующая способность – 14 мг/кг. Содержание подвижного фосфора – 180 мг/кг, обменного калия – 130 мг/кг.

Производственная ситуация 10:

Разработать годовой план внесения удобрений под подсолнечник, возделываемой по интенсивной технологии. Планируемая урожайность – 25 ц/га. Предшественник–озимая пшеница, почва–чернозем выщелоченныймалогумусныйсверхмощный. Нитрифицирующая способность – 18 мг/кг. Содержание подвижного фосфора –12 мг/кг, обменного калия –420 мг/кг.

1.3 Тестовые задания

КТ=1

S: Основной метод изучения жизни растений в полевых условиях это ... опыт

+: полевой

–: производственный

–: вегетационный

–: лизиметрический

I: КТ=1

S: Для проверки результатов в конкретных условиях хозяйства проводят ... опыт

–: полевые

+: производственные

–: вегетационные

–: лизиметрические

I: КТ=1

S: Опыт проводимый на одном участке по одной схеме более 10 лет называется

–: многолетним

+: стационарным

–: многофакторным

–: производственным

I: КТ=1

S: Однолетние опыты проводят не менее ... года

–: одного

+: трех

–: пяти

–: десяти

I: КТ=1

S: При составлении схемы опыта должны соблюдаться ...

–: типичность (репрезентативность)

+: принцип единственного различия

–: достоверность результатов

I: КТ=2

S: В полевом опыте применяют ... повторность

–: 2 – двукратную

+: 3 – 4 кратную

–: 10 – 20 кратную

+: 4 – 6 кратную

I: КТ=2

S: В производственном опыте применяют ... – кратную повторность

–: 4

+: 2

–: 6

+: 3

–: 8

I: КТ=2

S: Размещение вариантов в каждом повторении может быть ..

–: однорядным

+: систематическим

–: двухрядным

+: рендомезированным

–: многорядным

I: КТ=3

S: Размещение повторностей в опыте может быть ...

+: однорядным

–: систематическим

+: двухрядным

–: случайный

+: многорядным

I: КТ=2

S: Уравнительный посев перед закладкой полевого опыта проводится для ...

–:

+: ликвидации пестроты плодородия

+: борьбы с засоренностью

–: установления действия удобрений на почвенное плодородие

–: установления действия удобрений на урожайность

–: установления действия удобрений на качество продукции

I: КТ=1

S: По общей тематике и единым схемам в разных регионах проводятся ...
опыты

–: однолетние

–: однофакторные

+: географические

–: многофакторные

–: стационарные

I: КТ=3

S: Соответствие между видом опыта и размером деланки

L1: полевой

L2: производственный

L3: мелкоделяночный

L4: микрополевой

L5:

R1: 100–200 м²

R2: 1–2 га

R3: 10–20 м²

R4: 0,5–1 м²

R5: 5–10 га

I: КТ=1

S: В производственном опыте размер делянок составляет ...м²

+: 500– 20000

–: 50–100

–: 10–20

–: 1–2

I: КТ=1

S: Опыты следует размещать на расстоянии не менее ... м от водоемов

–: 10

–: 10–20

–: 20–30

–: 40–50

+: 200

I: КТ=1

S: Опыты следует размещать на расстоянии не менее ... м от построек и леса

–: 200

–: 100–50

+: 40–50

–: 20–30

–: 10–20

I: КТ=1

S: Опыты следует размещать на расстоянии не менее ... м от дорог

–: 200

–: 50–100

–: 40–50

–: 30–40

+: 10–20

I: КТ=1

S: Площадь делянки на которой отбираются образцы называется

–: опытный

+ : учетной

–: защитной

I: КТ=2

S: Почвенные образцы отбирают ... повторений опыта

–: с одного

+ : с двух несмежных

–: с двух смежных

+ : со всех

I: КТ=1

S: Наиболее точен и надежен учет урожая

+ : сплошным методом

–: по пробному снопу

–: по отдельным растениям

–: по метровкам

I: КТ=1

S: Ширина контрольных полос в производственном опыте должна быть не менее ...

–: 10

–: 50

+ : 2–кратной ширины захвата машин

–: 4–кратной ширины захвата машин

I: КТ=1

S: Совокупность всех сравниваемых вариантов называется ... опыта

–: программой

+ : схемой

–: планом

I: КТ=3

S: Смешанный почвенный образец с делянки составляют из ... индивидуальных проб

–: 2

+ : 5

+ : 10

+ : 20

I: КТ=2

S: Разница между вариантами достоверна, если она ... НСР

–: меньше

+ : равна

+ : больше

I: КТ=1

S: Разница между вариантами недостоверна, если она ... НС

+: меньше

-: равна

-: больше I:

V2: Вегетационный метод исследования

I: КТ=1

S: К.А. Тимирязев был инициатором строительства первого в России ...

+: вегетационного домика

-: фитотрона

-: метеопоста

I: КТ=3

S: Соответствие разновидностей схемы опыта количеству вариантов в ней

L1: Жоржа Вилля

L2: Вагнера

L3: Митчерлиха

L4:

R1: 8

R2: 5

R3: 4

R4: 6

I: КТ=3

S: Наиболее часто в практике вегетационных опытов используются металлические сосуды ...

+: Вагнера

+: Кирсанова

-: Сакса

-: Кнопа

I: КТ=3

Q: Правильная последовательность модификаций вегетационных сооружений в порядке возрастания их сложности

1: сетчатый павильон

2: вегетационный домик

3: вегетационная камера

4: фитотрон

I: КТ=1

S: Наиболее распространенной разновидностью вегетационного метода являются ... культуры

+: почвенные

–: песчаные

–: водные

I: КТ=3

Q: Закладка вегетационных опытов с почвенной культурой производится в такой последовательности

1: подготовка вегетационных сооружений и сосудов

2: подготовка семян, почвы, удобрений

3: набивка сосудов

4: посев

I: КТ=2

S: Целесообразно использовать в вегетационных исследованиях ...

+ растения-индикаторы

+ районированные сорта растений

–: основные сельскохозяйственные культуры

I: КТ=3

S: Обязательными условиями при составлении схемы вегетационного опыта являются ...

+ принцип единственного различия

+ наличие контрольного варианта

–: двух кратная повторность

+ количество вариантов в пределах 5–8

I: КТ=1

S: Вегетационные домики служат защитой растений от ...

+: дождя

+: ветра

–: птиц и животных

I: КТ=1

S: Сетчатые павильоны защищают произрастающие растения от ...

–: дождя

–: ветра

+: птиц и животных

I: КТ=1

S: Вегетационные сосуды ...не имеют поддона для сбора избыточной влаги

–: Кирсанова

–: Митчерлиха

+: Вагнера

I: КТ=2

S: Дренажем в вегетационных сосудах служит ...

+: керамзит

+: битое стекло

–: опилки

+: металлический желоб

I: КТ=2

S: Полив растений в сосудах проводят ...

+: расчетным количеством воды до 70 % ПВ

+: по массе сосуда

–: по внешнему виду

I: КТ=1

S: Фенологические наблюдения включают в себя ...

+: регистрацию наступления фаз роста и развития

–: измерение количественных показателей у растения

–: описание внешнего вида

Критерии оценки знаний обучающихся при проведении тестирования:

Оценка «**отлично**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85 % тестовых заданий;

Оценка «**хорошо**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70 % тестовых заданий;

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 51 %;

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

1.4 Вопросы на зачет

1. Краткая история развития опытного дела в России.
2. Структура и задачи научных учреждений
3. Этапы научных исследований.
4. Уровни исследований.
5. Виды исследований.
6. Системный подход в науке.
7. Методы исследований.
8. Общенаучные методы.
9. Специальные методы.

10. Классификация и характеристика опытов.
11. Использование опытов для решения конкретных задач.
12. Требования, предъявляемые к опытам.
13. Условия проведения опытов.
14. Пути повышения точности и достоверности. Снижение ошибок.
15. Виды ошибок.
16. Сущность и значение лизиметрического метода исследований.
17. Сущность и значение вегетационного метода исследований.
18. Почвенная культура.
19. Песчаная культура.
20. Водная культура. Гидропоника.
21. Воздушная культура.
22. Полевой опыт. Требования к полевому опыту и опытному участку.
23. Основные этапы планирования эксперимента.
24. Особенности условий проведения полевого опыта.
25. Виды полевых опытов.
26. Точность полевого опыта и пути ее повышения.
27. Основные элементы методики полевого опыта.
28. Влияние элементов полевого опыта на его ошибку и точность.
29. Виды ошибок в полевом опыте и пути их снижения.
30. Техника закладки проведения полевого опыта.
31. Учет урожайности.
32. Особенности проведения опытов в условиях производства.
33. Принципы классификации полевых опытов.
34. Методы учета урожайности культуры в полевом опыте и условия браковки делянки.
35. Классификация методов размещения вариантов. Их значение при планировании опыта.
36. Выбор и подготовка земельной площади для опытов.
37. Рекогносцировочные посевы, их значение.
38. Виды документации по научному исследованию.
39. Расчет доз удобрений, внесений удобрений, посев.
40. Математическая статистика как инструмент исследования.
41. Краткая история математической статистики, основные понятия и задачи.
42. Обобщенный метод, его сущность и значение.
43. Дисперсионный анализ, его сущность и значение.
44. Недисперсионные методы статистической обработки опытов.
45. Корреляционный анализ, его сущность и значение.

46. Регрессионный анализ, его сущность и значение.
47. Ковариационный анализ, его сущность и значение.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Основная литература:

1. Шеуджен А. Х.. Агрохимия: учеб.пособие / под ред. А. Х. Шеуджена. – Ч.2 (2). Краснодар: КубГАУ, 2011. – 655 с.
2. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н. Методика агрохимических исследований : учеб.пособ. / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. - Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.

Дополнительная литература:

1. Агеев В. В. Планирование, методология, методика, модификации длительных опытов с удобрениями и математико-статистические методы обработки экспериментальных данных: метод.указ./ В. В. Агеев, А.И. Подколзин, С. В. Динякова. – Ставрополь:СтГау, 2007. – 384 с.
2. Вавилов П. П. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др. // под ред. П. П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 552 с.
3. Голубев Б.А. Лизиметрические методы исследования в почвоведении и агрохимии. М. – 1967 .
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. «Колос», 1985. – 416 с.
5. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. — М.: Наука, 1968. – 265 с.
6. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / пер. с англ. — М.: Колос, 1981. – 320 с.
7. Минеев В. Г. Агрохимия. Изд-во МГУ.: М. – 2003. – 384 с.
8. Минеев В. Г., Лебедева Л. А. История агрохимии и методологии агрохимических исследований.–Изд-во МГУ.: М. - 1999. – С. 261-271.
9. Моисейченко В. Ф., Трифонова М. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. Е. Основы научных исследований в агрономии.– М.:Колос, 1996.– 336 с.
10. Моисейченко В. Ф, Заверюха А. Х., Трифонова М. Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. – М.: Колос, 1994. – 384 с.
11. Молостов А. С. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1965. – 239 с.

12. Перегудов В. Н.. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов / под ред. В. Н. Перегудова.– М.: ВИУА, 1976. – 112 с.

13. Семенов В. А. Совершенствование методики проведения длительных опытов и математические методы обработки экспериментальных данных / В. А. Семенов, Л. К. Шевцова, В. А. Романенков. – М.: Агроконсалт, 2003. – 276 с.

14. Симакин А. И. Удобрения, плодородие почв и урожай.– С. 249-256.

15. Шеуджен А. Х., Куркаев В.Т., Котляров Н. С. Агрохимия. Майкоп., 2006. – 1075 с.

16. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. – М.: Колос, 1972. – 270 с.

Полнотекстовые базы данных и ресурсы ЦНСХБ РАН (сайт научной сельскохозяйственной библиотеки ЦНСХБ РАН <http://www.cnsnb.ru/>

Полный электронный каталог научно-технической литературы (ЭК НТЛ) (сайт Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук ВИНТИ РАН <http://www2.viniti.ru/>

Реферативные журналы «Агрохимия», «Почвоведение», «Растениеводство», научный журнал «Наука и жизнь» «Агрохимический вестник».

Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»:

1. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>

2. Полнотекстовые базы данных и ресурсы ЦНСХБ РАН (сайт научной сельскохозяйственной библиотеки ЦНСХБ РАН <http://www.cnsnb.ru/>

3. Полный электронный каталог научно-технической литературы (ЭК НТЛ) (сайт Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук ВИНТИ РАН <http://www2.viniti.ru/>

4. Реферативные журналы «Агрохимия», «Почвоведение», «Растениеводство», научный журнал «Наука и жизнь».

5. Труды КубГАУ, научные статьи научного электронного журнала КубГАУ, труды кафедры агрохимии «Энтузиасты аграрной науки» и др.

1.5 Перечень информационных технологий

1. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>

Разработчик:

зав. кафедрой, чл.-корр. РАН,
доктор биол. наук, профессор

А. Х. Шеуджен