Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Т. Н. Троян

МЕТОДИКА ОПЫТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 631:587

Рецензент
кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии
Е. А. Барановская

Троян, Т. Н.

Методика опытно-исследовательских работ: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по напр. подгот. 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение / Т. Н. Троян. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 28 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Методика опытно-исследовательских работ» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля. Все материалы направлены на формирование у обучающихся знаний методики планирования, проведения и обработки полученных результатов эксперимента, предназначенных для решения профессиональных задач

Табл. 4, список лит. –7 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 26 сентября 2022 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2022 г., протокол № 10

УДК 631:587

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Троян Т. Н. , 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение…… 4

1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН……. 5
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ЛЕКЦИЙ……. 8
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ…… 24
4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК…… 26

Список использованных источников…….. 27

ВВЕДЕНИЕ

Учебным планом по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение предусмотрена образовательная дисциплина «Методика опытно-исследовательских работ» относящаяся к «Профессиональному модулю (В)». Дисциплина читается на третьем курсе и ориентирована на развитие у обучающихся знаний и навыков о принципах проведения опытных исследований в области сельского хозяйства для умения выполнить самостоятельные исследования в период производственной практики в конце третьего курса.

Настоящее учебное пособие призвано оказать помощь в изучении дисциплины, сформировать системные представления о методике опытного дела, заложить основы для овладения научной терминологией, для постановки целей, задач, программы исследования в области профессиональной деятельности. Учебный материал в пособии подобран таким образом, чтобы раскрыть все темы программы и изучаемые вопросы лекционного курса.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Дисциплина «Методика опытно-исследовательских работ» относится к «Профессиональному модулю (В)» блока первой части, формируемой участниками образовательных отношений.

Целью освоения дисциплины «Методика опытно-исследовательских работ» является формирование у студентов представлений, теоретических знаний, практических умений и навыков по методике опытно-исследовательских работ.

Задачи изучения дисциплины:

– формирование знаний о методах агрономических исследований, планированию, технике закладки и проведению экспериментов и наблюдений;

– формирование умений по разработке методики проведения исследований, планированию, применению статистических методов анализа в агрономических исследованиях;

– овладение навыками статистической обработки данных агрономических исследований; формулированию научно-обоснованных выводов и предложений.

При освоении курса «Методика опытно-исследовательских работ» предусматривается аудиторная работа обучающегося – лекции (таблица 1), практические занятия и внеаудиторная самостоятельная деятельность.

Таблица 1– Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов
		очная форма
1	Введение в методику опытно-исследовательских работ: цели, задачи	2
2	Основные элементы методики опытного дела	2
3	Опытно-исследовательские работы: понятие, роль, классификация	2
4	Методика закладки полевого опыта	2
5	Методы обработки результатов опытов	6
Итого		14

В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать. По ходу лекции

необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

При реализации дисциплины «Методика опытно-исследовательских работ» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– суть исследуемых задач, поставленных по дисциплине;

– технику закладки и проведения полевых, вегетационных и лизиметрических опытов с минеральными, органическими удобрениями и мелиорантами;

– достоинства и недостатки проводимых испытаний;

– методику учета урожая и математической обработки результатов опыта; особенности постановки опытов с различными сельскохозяйственными культурами;

– методику учета урожая и математической обработки результатов опыта, методики испытаний селекционных достижений;

уметь:

– находить и критически оценивать полученные данные в ходе испытаний и осуществлять декомпозицию задачи;

– рассматривать возможные варианты решения при проведении полевых опытов;

– проводить опытно-исследовательские работы в области почвенных, агрохимических и агроэкологических исследований;

– организовывать и проводить испытания на однородность, отличимость, стабильность и хозяйственную полезность;

– определять достоверность и точность опыта;

владеть:

– навыками выделения базовых;

– основной терминологией в области методики и техники закладки полевого и вегетационного опыта;

– системным подходом к решению поставленных задач;

– навыками собственного суждения и интерпретацией полученных данных;

– навыками самостоятельной постановки исследований в области различных природно-антропогенные процессов;

– навыками комплексного подхода к оценке;

– опытом грамотного комментирования результатов конкретных исследований и технологий;

– методологией оценки возможных последствий принимаемых решений.

Для успешного освоения дисциплины «Методика опытно-исследовательских работ» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для самоконтроля работы студентов, алгоритм практических занятий.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ЛЕКЦИЙ

Тема 1. Введение в методику опытно-исследовательских работ: цели, задачи

Ключевые вопросы темы

1. Цель и задачи освоения дисциплины.
2. Цели и задачи опытного дела.
3. История развития.

Ключевые понятия: научные исследования, экспериментальные исследования, опытничество

Литература: [1, с. 9–18], [2, с. 7], [3, с. 5–7, 9–29], [4, с. 4]

Методические рекомендации

В первом вопросе раскрываются цели и задачи дисциплины «Методика опытно-исследовательских работ», говориться о формируемых индикаторах компетенций и ожидаемых результатах освоения дисциплины, делается акцент на взаимосвязь дисциплины «Методика опытно-исследовательских работ» с другими предметами и научными областями.

Во втором вопросе раскрываются цель и задачи опытно-исследовательских работ в агрономии, почвоведении. Приводятся примеры исследовательских направлений в различных областях агрономической науки.

В центре внимания науки – ОПЫТ:

основной объект: *растение*

основное средство производства: *почва*

основной показатель: *урожайность с.-х. культур.*

На урожайность культур влияют различные агроприёмы не прямо, а через воздействия различных процессов протекающих в почвах и растениях.

На исследованиях земледелия и почвоведения базируются все мероприятия – мелиорация, химизация, защита растений, защита почв, окультуривание почв и др. Все новейшие технологии в сельском хозяйстве основываются на новейших методах научный исследований.

Для того чтобы объяснить результаты опыта и сделать из него теоретические и практические выводы, необходимы наблюдения за различными процессами и их регистрация как количественно, так и качественно. Составить общий перечень наблюдений для всех опытов нельзя.

В основе любых научных исследований лежит эксперимент – изучение и объяснение закономерностей развития явлений в любой области науки.

Явления, изучаемые в научном сельском хозяйстве, в биологических ресурсах, в почвоведении, в агрохимии многообразны и сложны, потому только теоретическое решение вопросов часто затруднительно и порой невозможно. В связи с этим многие исследования в этом направлении проводятся как в теоретическом, так и в экспериментальном (опытном) направлении.

Например, исследования в области плодородия почв. В древности человек имел представления о почве как о рыхлом слое Земли, который является предметом землевладельческой обработки до тех пор, пока не возникли вопросы с развитием земледелия. В современном мире возникли другие вопросы – ограниченное количество земельных ресурсов на планете, проблемы снижения плодородия почв, их деградации и др.

Исследования в области земледелия. В этой области используют общепринятые приёмы научного исследования – наблюдение и эксперимент (опыт). С того времени, когда началось возделывание сельскохозяйственных культур для изучения причинных связей между явлениями и влияющими на урожай велось наблюдение. На основе наблюдений человек делал заключения о тех усовершенствованиях, которые вводились в технологии возделывания культур.

В различные эпохи существования человечества решаются различные вопросы. Всегда решения достигались методом «проб и ошибок», а именно постановкой эксперимента, проведением опыта, наблюдений. Постепенно это способствовало формированию отдельной науки «Методики научных исследований».

При изучении последнего вопроса следует уделить внимание истории развитии опытного дела России. Народный опыт постепенно перерос в опытное дело. С 17 в. формировалось опытничество, перешедшее в науку ("Лекарственные огороды" в 1629 г. под Москвой – первый опыт опытничества; "Бутырский хутор" – опытное учреждение под Москвой в 20 гг. XX в.; в 1840 г. в Белоруссии организовано первое опытное поле для изучения эффективности органических и минеральных удобрений).

При желании расширить знания об истории развития научных исследований обучающемуся рекомендуется самостоятельно изучить дополнительные литературные источники.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова роль научных исследований в области сельского хозяйства?
2. Что является объектом опыта?
3. Что является цель научных исследований в сельском хозяйстве?

Тема 2. Основные элементы методики опытного дела

Ключевые вопросы темы

1. Основные понятия (полевой опыт, вариант, повторение, повторность, схема опыта).
2. Размещение вариантов в полевом опыте.
3. Классификация методов размещения вариантов в полевом опыте.

Ключевые понятия: опытный участок, вариант, схема опыта, делянка, защитные полосы, учетная делянка, повторность

Литература: [1, с. 40–41, 41–46, 46–52], [2, с. 11–12, 12–13, 13–16], [3, с. 48–58], [4, с. 5–15, 17–23], [5, с. 10–14]

Методические рекомендации

При изучении первого вопроса студенту предлагается изучить понятия «опытный участок», «вариант», «схема опыта», «делянка», «защитные полосы», «учетная делянка», «повторность».

Опытный участок – земельный участок определенной конфигурации и размера, предназначенный для размещения одного или нескольких полевых опытов.

Вариант – изучаемое растение, сорт, агротехнический прием, технология возделывания или их совокупность.

Схема опыта – перечень вариантов опыта, объединенных общей идеей.

Делянка – элементарная часть опытного участка, предназначенная для изучения одного варианта опыта.

Защитные полосы (боковые и концевые) – часть опытной делянки, предназначенная для защиты растений от случайных повреждений.

Учетная делянка – часть опытной делянки (без защитных полос), с которой учитывается урожай.

Повторность – число одноименных делянок (сосудов) каждого варианта.

Все варианты в полевом опыте размещаются в различной последовательности и в несколько повторностей. В связи с этим в рамках второго вопроса обучающемуся необходимо усвоить принцип размещения вариантов и повторностей в опытно-исследовательских полевых экспериментах.

Последний вопрос лекции посвящен классификации методов размещения вариантов в полевом опыте.

Размещение вариантов в полевом опыте может быть различным, в разной последовательности и в несколько повторностей.

Например: четыре варианта в трехкратной повторности

Повторение I		1	3	4	**2**
Повторение II		**2**	4	3	1
Повторение III		3	1	4	**2**

Повторности второго варианта выделены ***цветом***

– ***Повторение*** – часть площади опытного участка, включающая делянки с полным набором вариантов.

В зависимости от размещения вариантов в опыте, опыты классифицируют на стандартные, систематические, рандомизированные (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация методов размещения вариантов в полевом опыте

Стандартный	Ямб-метод
	Дактиль-метод
Систематический	Последовательный
	Шахматный
Рандомизированный	Полной рандомизации
	Организованных повторений
	Латинский квадрат и прямоугольник
	Расщепление делянок
	Расщепление блоков

В свою очередь размещение вариантов может быть осуществлено несколькими методами.

Необходимо четко сформировать представление отличительных особенностей стандартных, систематических и рандомизированных методов. При этом важно также представлять вариации размещения вариантов в пределах конкретного метода (ямб-метод, дактиль-метод, последовательное размещение, шахматное размещение, метод полной рандомизации без выделения повторений, метод организованных повторений, латинский квадрат и прямоугольник, метод организованных повторностей двухфакторного опыта). Для этого рекомендуется в период лекции выполнить все виды размещений опытов вручную при помощи карандаша и линейки. В этом случае, обучающемуся будет способствовать также и визуальная память, что позволит лучше усвоить учебный материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятиям, раскрытым в первом вопросе.

2. Назовите классификацию методов размещения вариантов в полевом опыте?

3. Назовите методы, относящиеся к стандартным.

4. Назовите методы, относящиеся к рандомизированным.

5. Назовите методы, относящиеся к систематическим.

Тема 3. Опытно-исследовательские работы: понятие, роль, классификация

Ключевые вопросы темы

1. Значение полевых экспериментов.
2. Классификация опытов.
3. Характеристика опытов.

Ключевые понятия: эксперимент, наблюдение, цель, задача, гипотеза, полевой опыт, однофакторный опыт, многофакторный опыт

Литература: [1, с. 18–23, 23–26], [2, с. 12], [3, с. 21–26], [4, с. 31–38], [5, с. 7–8]

Методические рекомендации

При изучении первого вопроса студенту предлагается в общих чертах изучить значимость научных исследований в области сельскохозяйственных наук. **Главной задачей** опытно-исследовательских работ в области агропочвоведения и агрономии **является получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур**.

Для достижения задач необходимы разработки теоретических основ и агротехнических приемов дальнейшего повышения продуктивности и качества культурных растений, повышения плодородия почв, решения экологических проблем. Решение таких вопросов осуществляется при постоянном расширении научных знаний, которые могут быть получены в результате проведения научно-исследовательских работ.

В основе любых научных исследований лежит **эксперимент – изучение и объяснение закономерностей развития явлений в любой области науки**.

Явления, изучаемые в научном сельском хозяйстве, в биологических ресурсах, в почвоведении, в агрохимии многообразны и сложны, потому только теоретическое решение вопросов часто затруднительно и порой невозможно. В связи с этим многие исследования в этом направлении проводятся как в теоретическом, так и в экспериментальном (опытном) направлении.

Исследования в области плодородия почв. В древности человек имел представления о почве как о рыхлом слое Земли, который является предметом землевладельческой обработки до тех пор, пока не возникли вопросы с развитием земледелия. В современном мире возникли другие вопросы – ограниченное количество земельных ресурсов на планете, проблемы снижения плодородия почв, их деградации и др.

Исследования в области земледелия. В этой области используют общепринятые приёмы научного исследования – наблюдение и эксперимент (опыт). С того времени, когда началось возделывание сельскохозяйственных культур для изучения причинных связей между явлениями и влияющими на урожай велось наблюдение. На основе наблюдений человек делал заключения о тех усовершенствованиях, которые вводились в технологии возделывания культур.

В различные эпохи существования человечества решаются различные вопросы. Всегда решения достигались методом «проб и ошибок», а именно постановкой эксперимента, проведением опыта, наблюдений. Постепенно это способствовало формированию отдельной науки «**Методики научных исследований**».

В большинстве случаев эксперимент единственно надежный способ решения поставленной задачи и контроля правильности теоретических выводов, основой познания и критерий истины.

В основе любого теоретического и экспериментального исследования лежит общий метод познания – метод диалектического материализма, вскрывающий наиболее общие законы развития природы и общества. Так, например диалектика учит нас, что все предметы и явления природы не существуют в ней изолированно, а представляют в совокупности единое целое.

Урожай культурных видов формируется в результате взаимодействия растений с условиями среды обитания. Как растения, так и условия среды обитания неразрывно связаны между собой. Высота урожая зависит от того насколько растения по своей природе приспособлено к среде и насколько условия среды соответствуют требованиям растения, то есть насколько координированы эти связи первого порядка. Совершенно очевидно, что исследователь и методы научного исследования в агрономии должны быть таковы, чтобы исследователь имел возможность не только вскрывать движение процессов и явлений, связанных с урожаем, не только констатировать переходы количества в качество, но вскрывать противоречия в этих формах движения, противоречия, служащие причиной движения.

Наблюдение – это количественная или качественная регистрация, интересующих исследователя сторон развития явления, констатация наличия

того или иного его состояния, признака или свойства. Наблюдения, проводимые в агрономии, можно отнести к двум группам: наблюдениями за факторами внешней среды и наблюдениями за растениями.

Первую группу составляют метеорологические наблюдения; агрохимические; микробиология почв; учет засоренности посевов; фитопатологические и энтомологические наблюдения.

Ко второй группе относятся наблюдения за густотой стояния растений; фенологические наблюдения; учеты роста и прироста урожая во время вегетации; развитие корневой системы; наблюдения за изменениями биологических особенностей растений. Используя данные наблюдений и сопоставляя между собой изменения двух или нескольких интересующих явлений, их признаков или свойств, мы сможем установить между ними взаимосвязь корреляцию. Однако установить эту связь только при помощи наблюдений, чаще всего невозможно, поэтому наблюдение, как правило не являются самостоятельным приемом исследования, а составляют важную часть более сложного метода исследований – эксперимента.

Эксперимент, опыт – это такое изучение, при котором исследователь искусственно вызывает явления или изменение условий так, чтобы лучше выяснить сущность явлений, происхождение причину и взаимосвязь предметов и явлений. Опыт, ведущий метод исследований он включает в себя наблюдение, корреляции, строгий учет изменяемых условий и учет результатов.

Второй вопрос раскрывает деление опытов по типу (лабораторный, вегетационный, лизиметрический, полевой).

Третий вопрос посвящен изучению классификаций опытов по ряду признаков: по месту проведения (проводимые в искусственных условиях, естественных условиях; в научных учреждениях, на производстве), по длительности, по числу изучаемых факторов (однофакторные, многофакторные), по географическому охвату объектов исследований и пр.

В лекционной тетради обязательно должен быть законспектирован материал, представленный ниже.

Полевые **опыты делятся на**:
– агротехнические;
– опыты по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Полевые опыты подразделяют на:
– проводимые в естественных условиях;
– проводимые в искусственных условиях (в теплицах, вегетационных домиках, фитотронах и даже в космосе).

Промежуточное положение занимают опыты в лизиметрах.

Полевые опыты для удобства их использования подразделяют:
– по месту проведения;
– по длительности;
– по числу изучаемых факторов;
– по географическому охвату объектов исследований:

Подразделение опытов по длительности:

– разведывательные (до 2-х лет) (для выявления тех агроприемов, которые необходимо изучать в последующих опытах. К разведывательным опытам относятся и рекогносцировочные посевы для выявления степени изменения плодородия почвы на месте будущего опыта);

– краткосрочные (3–10 лет) (обычно на протяжении ротации севооборота. Краткосрочными являются также опыты, которые ведут студенты для написания дипломных работ или аспиранты во время подготовки диссертации);

– многолетние (11–50 лет) (в научно-исследовательских учреждениях или высших учебных заведениях на специально выделенных участках (стационарах);

– длительные (более 50 лет) (в отдельных институтах, почвенно-климатических зонах, краях, республиках.).

Подразделение опытов по месту проведения:

проводимые в научно-исследовательских учреждениях или вузах:

– мелкоделяночные (до 10 м^2) (используют для изучения глубины заделки семян, площадей питания, способов внесения удобрений и т. д. В этих же опытах проводят первичную проверку совершенно новых агроприемов, доз гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, в том числе избыточных доз, которые могут угнетать растения или приводить к их гибели. Соотношение сторон таких делянок может быть 1х2, 1х4, 2х2, 2х4, 2х5 м. Так как размеры делянок небольшие, то защитные полосы здесь не выделяют, а делают лишь узкие дорожки. Для полевых опытов выбирают несколько лучших вариантов из лабораторно-полевых, поэтому число вариантов в схеме уменьшают примерно до 10. Лучшие из них рекомендуют для применения на производстве);

– лабораторно-полевые (11–50 м^2);

– полевые (51–200 м^2);

проводимые на производстве:

– опыты-пробы (закладывают на производственных посевах, где выделяют полосы шириной в один проход жатки или комбайна. Длина таких делянок должна быть в 5–10 раз больше ширины. Проводят в производственных условиях, основная их цель – выявить агроприемы, которые можно использовать для совершенствования технологии выращивания определенных культур, улучшения их роста, повышения урожайности и качества продукции непосредственно на производственных посевах. Если специалист хозяйства заметил отклонения в состоянии растений в каком-то месте посева, он выделяет здесь делянки – полосы определенной ширины.

Например, на части посевов озимой пшеницы растения начали желтеть. Специалист выдвигает гипотезу о возможном недостатке азота, проводит подкормку азотными удобрениями и наблюдает за изменением цвета листьев, учитывает рост растений. Положительные результаты опытов-проб сразу же внедряются в производство в этом же хозяйстве);

– точные сравнительные (ширина делянки с культурами сплошного способа посева составляет 8–16, а с пропашными – 5–10 м, общая площадь таких делянок 500–2000 м^2. Как правило, ширина делянки должна быть кратной ширине прохода почвообрабатывающих, посевных и уборочных агрегатов, чтобы полнее механизировать наиболее трудоемкие процессы. ставят в соответствии с требованиями методики полевых опытов в научных учреждениях или вузах. Площадь опытных делянок увеличивают до такого размера, чтобы можно было осуществить полную механизацию всех производственных процессов. Для этого ширина учетной части опытной делянки должна равняться ширине захвата сеялки, комбайна или почвообрабатывающего агрегата. Длина опытных делянок может быть равна длине гонов, агрегаты должны разворачиваться за пределами делянок. Общая площадь таких опытных делянок может доходить до 3 га. Однако не следует увлекаться большими размерами, ибо это приводит к снижению точности опытов. Точные сравнительные опыты ставят с небольшим числом вариантов (порядка четырех) и в 3–4-кратной повторности. Если плодородие почвы варьирует в пространстве, повторность опытов увеличивают)

– по учету эффективности новых агроприемов (3 га) (используют как для проверки агроприемов, уже рекомендованных научными учреждениями, так и для их усовершенствования в конкретных условиях хозяйства. Для этого в поле севооборота, где внедряется новый агроприем, в различных местах выделяют 3-4 контрольные полосы шириной, равной ширине захвата агрегата каждая. Эти полосы выделяют так, чтобы они охватили все разнообразие почвенного плодородия, где проводится опыт. Возле каждой контрольной полосы выделяют опытные, на которых применяют и изучают новый агроприем. Границы всех полос фиксируют колышками. Урожай начинают фиксировать сначала на опытных полосах, а затем переходят на контрольные и только после этого убирают урожай на остальной части поля. Экономическую эффективность внедрения нового агроприема определяют путем сопоставления затрат труда и средств со стоимостью дополнительного урожая);

– демонстрационные (200–400 м^2) (площадь опытных делянок обычно в два раза больше, чем в полевых опытах научных учреждений, и составляет 200-400 м^2 . Это необходимо для максимальной механизации производственных процессов. призваны пропагандировать достижения науки и передового опыта непосредственно на производстве. Их закладывают в передовых показательных хозяйствах для наглядной демонстрации преимуществ новых технологий в конкретных условиях района, а также в научных учреждениях и вузах);

– производственные (это комплексные научные исследования, целью которых является изучение не отдельных элементов агротехники, а технологий в целом, организационно-хозяйственных мероприятий. Их закладывают, как

правило, в передовых хозяйствах с определенной специализацией; проводят на всей площади севооборота, на площади полевой бригады и даже целого хозяйства или административного района).

По числу изучаемых факторов:

– однофакторные (изучают лишь один фактор (только различные площади питания, дозы, виды удобрений, но на одном агротехническом фоне));

– многофакторные (включают одновременно несколько факторов. Эти опыты более сложные, однако они дают больше информации и поэтому имеют большую научную и практическую ценность).

Фактор – это элемент агротехники, т. е. прием, которым исследователь воздействует на растения.

По географическому охвату объектов исследований:

– географические (проводят в различных почвенно-климатических зонах по единой методике, разработанной научным координационным центром. Эти центры координируют исследования, принимают отчеты, обобщают результаты исследований и дают рекомендации);

– единичные (проводят также в разных географических пунктах, но не по единой программе учреждения-координатора, а по схеме, созданной отдельными исследователями или их группами. Безусловно, более ценными являются географические опыты, которые позволяют обобщать результаты в пределах района, области, края и в отдельных почвенно-климатических зонах.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое наблюдение?
2. Что такое эксперимент?
3. На какие типы делятся опыты?
4. Чем отличается лабораторный опыт от полевого? Вегетативный от лизимитрического?
5. Как подразделяются опыты по месту проведения?
6. как подразделяются опыты по длительности изучения?
7. Как подразделяются опыты по изучаемым факторам?
8. Как подразделяются опыты по географическому обхвату объектов исследования?

Тема 4. Методика закладки полевого опыта

Ключевые вопросы темы

1. Планирование полевого эксперимента.
2. Разбивка опытного участка.

3. Оформление программы опыта, полевых и лабораторных журналов, отчетов НИР.

Ключевые понятия: эксперимент, планирование, гипотеза, методика, схема опыта

Литература: [1, с. 72–88, 89–91], [2, с. 8, 17–20], [3, с. 34–41, 41–48], [5, с. 8–10].

Методические рекомендации

Первый вопрос включает планирование проведения полевых опытов.

При проведении опытов необходимо:

– соблюдать принцип единственного логического различия;

– выдерживать правило целесообразности;

– проводить опыты с соблюдением их типичности;

– учитывать пригодность условий для проведения определенных опытов;

– соблюдать условие воспроизводимости результатов опыта в идентичных условиях;

– в случае необходимости вводить дополнительные контроли и варианты;

– проводить исследования на перспективных культурах и сортах;

– тщательно вести документацию опыта;

– проводить в опытах лишь те основные и сопутствующие учеты и наблюдения, которые необходимы для выполнения программы исследований;

– учитывать точность и достоверность опытов;

– определять взаимозависимости и взаимообусловленности между учитываемыми показателями опытов.

Принцип единственного логического различия. Согласно этому принципу (правилу) исследователь может изменять лишь изучаемый фактор при строгом постоянстве всех остальных условий опыта.

Например, в полевом опыте с дозами азотных удобрений единственным различием по вариантам являются дозы. Все остальные условия опыта (обработка почвы, предшественник, сорт, посев, уход) во всех вариантах должны быть одинаковыми (также разные формы удобрений должны применяться в одинаковых дозах и сроках внесения и т. д.).

Правило целесообразности. Иногда в одном и том же хозяйстве, где имеются легкие и тяжелые по гранулометрическому составу почвы, необходимо изучить их влияние на продуктивность определенной культуры. В соответствии с правилом целесообразности глубина посева на этих почвах не должна быть одинаковой. Так, на легких почвах озимую пшеницу высевают на глубину 6–8, на тяжелых – 2–3 см (несмотря на то, что согласно принципу единственного различия глубина посева как будто бы должна быть одинаковой). Типичность опыта. Опыты необходимо проводить в таких

условиях, которые соответствовали бы природной зоне, почвам, особенностям выращиваемой культуры и сорту, уровню механизации, глубине залегания грунтовых вод, организационно-экономическим условиям и т. п. В каждой почвенно-климатической зоне для опыта подбирают соответствующие зоне культуры с определенным соотношением их в структуре посевных площадей. Так, при проведении опытов с техническими культурами нужно учитывать, что в структуре посевных площадей степной зоны более 10 % занимает подсолнечник, а в лесостепи около 20 % – сахарная свекла. Из многолетних трав в лесостепи культивируют в основном клевер, а в степи – люцерну.

В процессе исследований необходимо также учитывать типичность погоды. Это значит, что в большинство лет исследований количество атмосферных осадков и равномерность их распределения, температура и влажность воздуха, их колебания должны быть близкими к многолетним нормам. Лишь при таких условиях можно сделать объективные выводы для конкретных условий земледелия. Системы обработки почвы, удобрения, нормы высева, сроки посева и глубина заделки семян также должны быть типичными для определенной зоны и соответствовать особенностям почвы, подпочвы, склонов и т. п.

Типичность – одно из основных условий опыта. Нарушение правила типичности обесценивает опыт и приводит к тому, что его результаты не могут быть рекомендованы производству. Однако типичные условия могут быть пригодными для опыта не всегда.

Пригодность условий для опыта

Для проведения опыта на надежном методическом уровне необходимо соблюдать требование пригодности условий для опыта. Например, запланирован опыт по изучению доз минеральных удобрений от 30 до 150 кг д. в. на 1 га. Участок имеет типичные почву, склон, уровень грунтовых вод. В предшествующий опыту год на всей площади были внесены минеральные удобрения в дозе 180 кг д. в. на 1 га. Пригодна ли эта земельная площадь для опыта, где планируется изучать действие минеральных удобрений в дозах, значительно меньших, чем было внесено в предшествующий исследованиям год? Нет, непригодна, ибо на фоне высоких доз ранее внесенных удобрений нельзя изучать действие меньших доз без искажения результатов исследований.

Воспроизводимость результатов. В соответствии с этим требованием исследователь, повторяя опыт во времени по идентичной методике и в аналогичных условиях, должен получить такие же результаты, как и в предыдущих опытах. Воспроизводимость результатов важна для проверки достоверности полученных ранее данных и уверенного внедрения лучших

вариантов в производство. Для воспроизведения опытов в аналогичных условиях исследователь должен детально описывать все эти условия: место проведения опытов (населенный пункт, район, область), почва (тип, гранулометрический состав, химические свойства, уровень грунтовых вод, экспозиция и крутизна склона), погода, особенности предшественников, культура и сорта, сущность технологии выращивания, машины и орудия для механизации, специфические особенности проведения опытов и т. п.

Изучение второго вопроса по закладке полевого опыта сформирует у обучающегося представление по технике разбивки деляночных и защитных площадей.

В третьем вопросе уделить внимание оформление документации: основной (полевой журнал (дневник научного работника), главная книга опыта, рабочая программа, отчет о научно-исследовательской работе (НИР)); дополнительной (лабораторный журнал, рабочая тетрадь, таблицы разных форм для всесторонних анализов, ленты самописцев и т. п.). Для этого внимательное прослушивание лектора, позволит усвоить материал и иметь представление о том, как выглядит отчетная документация.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие правила рекомендуется соблюдать при планировании опыта?
2. Как осуществляется разбивка опытного участка?
3. Что относится к документации опыта?

Тема 5. Методы обработки результатов опытов

Ключевые вопросы темы

1. Достоверность опытных исследований.
2. Дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта.
3. Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта
4. Вариационная статистика.
5. Корреляционный и регрессивный анализ.

Ключевые понятия: экспериментальные данные, достоверность, ошибка опыта, точность опыта, дисперсия, корреляция, регрессия.

Литература: [1, с. 207–2018, 248–260, 268–301], [2, с. 28–30, 42–53, 53–65, 65–75], [3, с. 131–134, 139–144, 144–149, 149–151], [4, с. 40–41, 70–74, 84–89], [5, с. 82–84, 84–87, 87–90], [6], [7].

Методические рекомендации

В первом вопросе раскрываются критерии, которым должен отвечать полевой опыт, а именно, **требованиям достоверности**. Различают достоверность полевого опыта по существу, т. е. соответствие опыта поставленным задачам исследования. Кроме того, различают понятие достоверности, или существенности, результатов полевого опыта.

Достоверность опыта методическая – это чёткое соблюдение всех методических требований: планирование опыта на современном уровне знаний, правильный выбор условий и объектов исследований, безошибочное закладывание и проведение опытов, правильный выбор и применение соответствующих методов статистической обработки данных, а также объективное обобщение результатов исследований.

Достоверность опыта статистическая состоит в определении достоверности (существенности) разниц между средними арифметическими значениями ($\underline{x}$), корреляций (r), регрессией (*Rxy*) и др. с помощью статистических критериев (t, F) и наименьших существенных разностей НСР.

Ошибка опыта (наблюдения) – разница между действительным значением исследуемого показателя и результатами исследований. Эту ошибку выражают в тех же самых единицах, что и изучаемый показатель, и обозначают $S\underline{x}$.

Относительная ошибка опыта (наблюдения) – это ошибка опыта, выраженная в процентах по отношению к среднему арифметическому значению, обозначается $S\underline{x}$%.

Точность опыта – величина, обратная его ошибке. Чем ниже относительная ошибка опыта, тем выше его точность. При значении $S\underline{x}$% более 7 % точность опыта считается неудовлетворительной.

Корреляция – взаимное соотношение показателей в опыте, их зависимость между собой. Например, зависимость массы урожая от атмосферных осадков (простая, парная корреляция) или же зависимость массы урожая от атмосферных осадков, температуры воздуха, его влажности, удобрений и т. п. (множественная корреляция). Эти зависимости выражаются коэффициентом корреляции, который обозначаются буквой r.

Регрессия – степень и характер изменения одного из показателей в опыте на единицу измерения другого. Например, увеличение или уменьшение массы урожая на 100 кг внесённых удобрений; колебание сахаристости корней сахарной свёклы в процентах при изменении урожая на 1 т. Регрессия обозначается *Rxy*. С увеличением одного из показателей второй также может увеличиваться, тогда мы встречаемся с прямолинейной корреляцией. Но бывают и такие явления, когда с постоянным увеличением доз удобрений

урожайность сначала увеличивается, затем стабилизируется на одном уровне, а потом снижается. Такая зависимость называется криволинейной. Методы размещения вариантов в опытах подразделяются на случайные (рендомизированные), т. е. выбранные по жребию; систематические – варианты размещаются в последовательности, которая указана в схеме опыта; стандартные, когда контрольный вариант размещается возле опытного.

Второй вопрос посвящен изучению метода дисперсионного анализа.

Дисперсионный анализ используется для выявления влияния на изучаемый показатель некоторых факторов, обычно не поддающихся количественному измерению, а принадлежащих к номинальной или порядковой шкалам. Указанные факторы часто называют (как и в регрессионном анализе) независимыми переменными, а исследуемый с точки зрения влияния на него выбранных факторов показатель – зависимой переменной (объясняемой переменной, результирующим признаком).

Суть дисперсионного анализа заключается в разложении вариации зависимой переменной на части, соответствующие раздельному и совместному влиянию на нее независимых переменных с тем, чтобы посредством статистических методов установить приемлемость ряда гипотез о значимости такого влияния.

При дисперсионном анализе исследуется отношение двух дисперсий.

Дисперсия – характеристика рассеивания данных вокруг среднего значения. Первая – дисперсия, объяснённая влиянием фактора, которая характеризует рассеивание значений между градациями фактора (группами) вокруг средней всех данных. Вторая – необъяснённая дисперсия, которая характеризует рассеивание данных внутри градаций (групп) вокруг средних значений самих групп. Первую дисперсию можно назвать межгрупповой, а вторую – внутригрупповой. Отношение этих дисперсий называется фактическим отношением Фишера и сравнивается с критическим значением отношения Фишера. Если фактическое отношение Фишера больше критического, то средние классов градации отличаются друг от друга и исследуемый фактор существенно влияет на изменение данных. Если меньше, то средние классов градации не отличаются друг от друга и фактор не имеет существенного влияния.

В зависимости от числа оцениваемых факторов различают однофакторный, двухфакторный и многофакторный дисперсионный анализ.

Двухфакторный дисперсионный анализ применяется для того, чтобы проверить возможную зависимость результативного признака от двух факторов – A и B. Тогда a – число градаций фактора A и b – число градаций фактора B.

В сельскохозяйственных исследованиях часто выясняют взаимосвязь между изучаемыми признаками. Для измерения силы (тесноты) и формы связи используют специальные статистические методы – корреляцию и регрессию.

Корреляция – вероятностная связь; бывает простой и множественной, линейной и криволинейной, прямой и обратной.

Линейная корреляция – зависимость, пир которой с увеличением средней величины одного признака увеличивается средняя величина другого (прямая положительная корреляция), и наоборот, с увеличением средней величины одного уменьшается средняя величина другого (обратная отрицательная корреляция).

Коэффициент корреляции (r) – степень свяжи между признаками выраженный отвлеченным числом, которое при прямолинейной зависимости.

Коэффициент корреляции может принимать значения от 1 до –1:

$r = 0$ – полное отсутствие корреляции;

$r < 0,3$ связь между признаками слабая;

$r = 0,3–0,7$ – средняя;

$r > 0,7$ – сильная, или по-другому говорится, тесная;

$r = 1$ или $–1$ –—связь полная.

У прямой корреляции коэффициент корреляции будет иметь знал плюс, у обратной – знак минус.

Коэффициент детерминации (d_{xy}) – степень связи между признаками, показывающий долю тех измерений (%), которые зависят от изучаемого фактора и равен r^2.

Регрессия – это изменение результативного признака (зависимой переменной) при определенных изменениях факториального признака (независимой переменной); бывает простой и множественной, линейной и криволинейной).

Вопросы для самоконтроля

1. На чем основан дисперсионный анализ?
2. Какие связи называют прямыми?
3. Что означают корреляционные взаимодействия? В чем измеряется?
4. Каковы пределы коэффициента корреляции?
5. Чем отличается дисперсионный анализ однофакторного от двухфакторного опыта?

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Эффективность освоения дисциплины во многом зависит от качества самостоятельной работы студентов, которая ориентирована на поэтапное закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных на аудиторных занятиях. Планирование времени при самостоятельной работе обучающегося играет большую роль при изучении дисциплины.

Учебным планом по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение по дисциплине «Методика опытно-исследовательских работ» предусматривается 27,4 ч самостоятельной работы. Распределение времени самостоятельной работы обучающегося, представленное в таблице 3, носит рекомендательный характер.

Таблица 3 – Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Содержание	Кол-во акад. ч
1	Введение в методику опытно-исследовательских работ: цели, задачи	1
2	Основные элементы методики опытного дела	2
3	Опытно-исследовательские работы: понятие, роль, классификация	2
4	Методика закладки полевого опыта	2
5	Методы обработки результатов опытов	8
6	Подготовка к текущим аттестациям по практическим занятиям	8
7	Подготовка к промежуточной аттестации	4,4
	Всего:	**27,4**

По темам лекционных занятий обучающемуся рекомендуется повторить пройденный материал, прочитать материалы лекций, материалы настоящего пособия.

При подготовке к текущим аттестациям по практическим занятиям выделяется до 8 ч.

Для прохождения **текущей аттестации** студент должен **показать набор знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект и в состоянии решить поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом** (таблица 4).

Оценка «**Зачтено**» является экспертной и зависит от уровня освоения студентом практического материала (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы).

Таблица 4 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок / Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	**41–60 %**	**61–80 %**	**81–100 %**
	«не зачтено»	**«зачтено»**		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональ-ных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Для успешного прохождения промежуточной аттестации студенту следует ответить на два вопроса. В случае, если студент не смог дать полный и верный ответ, преподаватель может задать дополнительные вопросы.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

При самостоятельной внеаудиторной работе обучающегося по темам лекционного курса и подготовке к промежуточной аттестации – **зачету,** обучающемуся рекомендуется использовать не только материалы лекционных и практических работ, но литературные источники представленные ниже.

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов: 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 357 с.
2. Некрасова, Е. В. Основы научных исследований в агрономии: учеб. пособие / Е. В. Некрасова, Т. В. Маракаева, А. А. Калошин. – Омск: Омский ГАУ, 2018. – 85 с. – ISBN 978-5-89764-754-5 (ЭБС «Лань»).
3. Иванова, Т. Е. Методика опытного дела: учеб. пособие / Т. Е. Иванова, Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. – 175 с. (ЭБС «Лань»).
4. Методика опытного дела: учеб. пособие / составитель Е. Г. Пивоварова; под редакцией Г. Г. Морковкина. – Барнаул: АГАУ, 2021. – 107 с. (ЭБС «Лань»).
5. Методика опытного дела: учеб. пособие / В. Н. Жуланова, С. О. Канзываа, В. П. Тулуш [и др.]. – Кызыл: ТувГУ, 2018. – 98 с. (ЭБС «Лань»).
6. «Чистая» и прикладная математика [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: https://function-x.ru/statistics_dispersion_analysis.html#paragraph1.
7. Курбанов, С. А. Методика опытного дела: учеб.-методич. пособие / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова, Ш. Ш. Омариев. – Махачкала: ДагГАУ имени М.М. Джамбулатова, 2021. – 74 с. (ЭБС «Лань»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов: 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 357 с.
2. Некрасова, Е. В. Основы научных исследований в агрономии: учеб. пособие / Е. В. Некрасова, Т. В. Маракаева, А. А. Калошин. – Омск: Омский ГАУ, 2018. – 85 с. – ISBN 978-5-89764-754-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/113352 (дата обращения: 06.05.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Иванова, Т. Е. Методика опытного дела: учеб. пособие / Т. Е. Иванова, Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. – 175 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/158586 (дата обращения: 01.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Методика опытного дела: учеб. пособие / составитель Е. Г. Пивоварова; под редакцией Г. Г. Морковкина. – Барнаул: АГАУ, 2021. – 107 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/240815 (дата обращения: 01.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Методика опытного дела: учеб. пособие / В. Н. Жуланова, С. О. Канзываа, В. П. Тулуш [и др.]. – Кызыл: ТувГУ, 2018. – 98 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156150 (дата обращения: 01.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. «Чистая» и прикладная математика [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: https://function-x.ru/statistics_dispersion_analysis.html#paragraph1.
7. Курбанов, С. А. Методика опытного дела: учеб.-методич. пособие / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова, Ш. Ш. Омариев. – Махачкала: ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. – 74 с. – Текст–: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/254591 (дата обращения: 01.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Локальный электронный методический материал

Татьяна Николаевна Троян

МЕТОДИКА ОПЫТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 2,1. Печ. л. 1,7.

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1