ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

Б1.В.ДВ.11.02 Методы планирования эксперимента в науке и технике

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 3
Часов по учебному плану (УП) – 108
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 28
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 7 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	56/28	**56/28**
– лекции	28	**28**
– практические (семинарские)	14/14	**14/14**
– лабораторные	14/14	**14/14**
Самостоятельная работа	52	**52**
Итого	108/28	**108/28**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 945.

Программу составил(и):
к.х.н., доцент, доцент, О.М. Карпукова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование у обучающихся основных представлений о методах планирования научных экспериментов, основанных на применении математической статистики
1.2 Задачи дисциплины	
1	передача обучающимся теоретических основ методов математического планирования экспериментов с использованием дисперсионного и регрессионного анализа и алгоритмов обработки экспериментальных данных
2	обучение умению применять полученные знания, умения и навыки в практической деятельности

1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины

Научно-образовательное воспитание обучающихся

Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:
– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;
– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;
– популяризация научных знаний среди обучающихся;
– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;
– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;
– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности

Профессионально-трудовое воспитание обучающихся

Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;
– формирование психологии профессионала;
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.В.ДВ.02.01 Теория надежности
2	Б1.В.ДВ.06.01 Основы технической диагностики
3	Б1.В.ДВ.13.01 Визуальный и оптический контроль
4	Б1.В.ДВ.15.01 Акустический и ультразвуковой контроль
5	Б1.В.ДВ.16.01 Радиоволновой контроль
6	Б2.О.02(П) Производственная - производственно-технологическая
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.В.ДВ.17.01 Тепловой контроль
2	Б1.В.ДВ.19.01 Контроль проникающими веществами
3	Б1.В.ДВ.20.01 Электромагнитный контроль
4	Б1.В.ДВ.21.01 Техническая диагностика на железнодорожном транспорте
5	Б2.О.05(Пд) Производственная - преддипломная практика
6	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
7	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен организовывать работы по контролю качества продукции в подразделении	ПК-2.1 Организовывает работу по контролю точности оборудования и контролю технологической оснастки с выявлением причин брака в производстве продукции	Знать: теоретические основы планирования экспериментов с использованием методов дисперсионного анализа и регрессионного анализа, алгоритмы обработки экспериментальных данных и варианты принятия решений в конкретных ситуациях
		Уметь: составлять планы экспериментов, основанных на методах дисперсионного и регрессионного анализа, для контроля точности оборудования и технологических процессов; обрабатывать и анализировать полученные результаты; делать выводы
		Владеть: способностью к организации работ по контролю точности оборудования и процессов технологии для выявления причин брака с использованием методов математического планирования экспериментов
	ПК-2.2 Организовывает и контролирует работу по предотвращению выпуска бракованной продукции с разработкой новых методик технического контроля качества продукции	Знать: возможности применения методов математического планирования экспериментов при разработке новых методик технического контроля качества продукции
		Уметь: применять методы математического планирования экспериментов при разработке новых методик технического контроля
		Владеть: способностью к организации работ по разработке новых методик технического контроля для предотвращения выпуска бракованной продукции с применением математического планирования экспериментов
ПК-3 Способен разрабатывать технологическую и нормативную документацию, внедрять инновационные разработки в области неразрушающего контроля	ПК-3.1 Разрабатывает технологическую и нормативную документацию по неразрушающему контролю контролируемого объекта	Знать: технологическую и нормативную документацию по неразрушающему контролю, а также необходимые требования, предъявляемые к параметрам неразрушающего контроля и характеристикам продукции
		Уметь: устанавливать в нормативной и технологической документации требования к параметрам неразрушающего контроля и характеристикам продукции с использованием методов математической статистики
		Владеть: способностью к разработке технологической и нормативной документации, внедрению инноваций в области неразрушающего контроля и повышении качества продукции на основе экспериментальных исследований с использованием методов математической статистики

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Применение дисперсионного анализа при планировании и проведении экспериментов в науке и технике**						
1.1	Тема 1. Предмет математической статистики, принятие решений при использовании статистических методов.	7	2			2	ПК-2.1 ПК-2.2
1.2	Тема 2. Модель дисперсионного анализа и условия постановки экспериментов . Однофакторный дисперсионный анализ.	7	4	2/2		2	ПК-2.1 ПК-2.2
1.3	Тема 3. Иерархический план двухфакторного дисперсионного анализа, алгоритм обработки его результатов.	7	2	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2
1.4	Лабораторная работа "Однофакторный дисперсионный анализ: план эксперимента, обработка и анализ его результатов"	7			2/2	2	ПК-2.1 ПК-2.2
1.5	Лабораторная работа "Двухфакторный дисперсионный анализ: план эксперимента, обработка и анализ его результатов"	7			4/4	2	ПК-2.1 ПК-2.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
2.0	**Раздел 2. Методы корреляционно-регрессионного анализа и планирования факторных экспериментов для получения моделей исследуемых объектов.и их оптимизации**						
2.1	Тема 4. Корреляция. Получение уравнения прямой линии с помощью метода наименьших квадратов и его анализ.	7	2			2	ПК-2.1 ПК-2.2
2.2	Тема 5. Нелинейные зависимости между двумя переменными, уравнения множественной регрессии; Оценка адекватности и выбор уравнения регрессии.	7	2	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.3	Тема 6. Получение математических моделей с помощью факторного планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент.	7	4	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.4	Тема 7. Дробный факторный эксперимент.	7	2			4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.5	Тема 8. Поиск оптимальных характеристик объектов с помощью метода крутого восхождения.	7	2	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.6	Лабораторная работа "Получение уравнения прямой линии и его анализ"	7			2/2	2	ПК-2.1 ПК-2.2
2.7	Лабораторная работа "Выбор уравнения регрессии и оценка его адекватности"	7			2/2	2	ПК-2.1 ПК-2.2
2.8	Лабораторная работа "Полный и дробный факторный эксперимент"	7			2/2	2	ПК-2.1 ПК-2.2
3.0	**Раздел 3. Планирование экспериментов и обработка их результатов при оценке и контроле характеристик оборудования, технологических процессов и качества продукции**						
3.1	Тема 9. Метрологические характеристики методов (методик) и результатов измерений.	7	2			2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1
3.2	Тема 10. Планирование экспериментов по оценке показателей прецизионности измерений; алгоритмы обработки экспериментальных данных.	7	2	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1
3.3	Тема 11. Планирование экспериментов по оценке показателя правильности измерений; алгоритмы обработки экспериментальных данных..	7	2			2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1
3.4	Тема 12. Методы оценки и контроля точности измерений.	7	2	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1
3.5	Лабораторная работа "Оценка показателей правильности и точности результатов измерений"	7			2/2	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1
	Форма промежуточной аттестации – зачет	7					ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		28	14/14	14/14	52	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2022. — 495 с. — URL: https://urait.ru/bcode/508082 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие для вузов / И. Б. Рыжков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 224 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/328550 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Афонин, В. В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие : учебное пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, 2011. — 232 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232979 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Гефан, Г. Д. Основы теории эксперимента : учебное пособие / Г. Д. Гефан, Н. К. Ширяева. — Иркутск : ИрГУПС, 2017. — 136 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/134675 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.3	Шацов, А. А. Организация и математическое планирование эксперимента : учебное пособие / А. А. Шацов, С. К. Гребеньков. — Пермь : ПНИПУ, 2020. — 83 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/239642 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Карпукова О.М. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.11.02 Методы планирования эксперимента в науке и технике по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики / О.М. Карпукова; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2869_1400_2023_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.2.4	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ,

НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-110 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Компьютерный класс «АРМ кафедры «Физика, механика и приборостроения» Д-316 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины

Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Методы планирования эксперимента в науке и технике» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Методы планирования эксперимента в науке и технике» участвует в формировании компетенций:

ПК-2. Способен организовывать работы по контролю качества продукции в подразделении

ПК-3. Способен разрабатывать технологическую и нормативную документацию, внедрять инновационные разработки в области неразрушающего контроля

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
7 семестр				
1.0	**Раздел 1. Применение дисперсионного анализа при планировании и проведении экспериментов в науке и технике**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Предмет математической статистики, принятие решений при использовании статистических методов.	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Модель дисперсионного анализа и условия постановки экспериментов . Однофакторный дисперсионный анализ.	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Иерархический план двухфакторного дисперсионного анализа, алгоритм обработки его результатов.	ПК-2.1 ПК-2.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
1.4	Текущий контроль	Лабораторная работа "Однофакторный дисперсионный анализ: план эксперимента, обработка и анализ его результатов"	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
1.5	Текущий контроль	Лабораторная работа "Двухфакторный дисперсионный анализ: план эксперимента, обработка и анализ его результатов"	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.0	**Раздел 2. Методы корреляционно-регрессионного анализа и планирования факторных экспериментов для получения моделей исследуемых объектов.и их оптимизации**			
2.1	Текущий контроль	Тема 4. Корреляция. Получение уравнения прямой линии с помощью метода наименьших квадратов и его анализ.	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Тема 5. Нелинейные зависимости между двумя переменными, уравнения множественной регрессии; Оценка адекватности и выбор уравнения регрессии.	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Тема 6. Получение математических моделей с помощью факторного	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**:

		планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент.		Тестирование (компьютерные технологии)
2.4	Текущий контроль	Тема 7. Дробный факторный эксперимент.	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.5	Текущий контроль	Тема 8. Поиск оптимальных характеристик объектов с помощью метода крутого восхождения.	ПК-2.1 ПК-2.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
2.6	Текущий контроль	Лабораторная работа "Получение уравнения прямой линии и его анализ"	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.7	Текущий контроль	Лабораторная работа "Выбор уравнения регрессии и оценка его адекватности"	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.8	Текущий контроль	Лабораторная работа "Полный и дробный факторный эксперимент"	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
3.0	**Раздел 3. Планирование экспериментов и обработка их результатов при оценке и контроле характеристик оборудования, технологических процессов и качества продукции**			
3.1	Текущий контроль	Тема 9. Метрологические характеристики методов (методик) и результатов измерений.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тестирование (компьютерные технологии)
3.2	Текущий контроль	Тема 10. Планирование экспериментов по оценке показателей прецизионности измерений; алгоритмы обработки экспериментальных данных.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.3	Текущий контроль	Тема 11. Планирование экспериментов по оценке показателя правильности измерений; алгоритмы обработки экспериментальных данных..	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тестирование (компьютерные технологии)
3.4	Текущий контроль	Тема 12. Методы оценки и контроля точности измерений.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.5	Текущий контроль	Лабораторная работа "Оценка показателей правильности и точности результатов измерений"	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Применение дисперсионного анализа при планировании и проведении экспериментов в науке и технике Раздел 2. Методы корреляционно-регрессионного анализа и планирования факторных экспериментов для получения	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

		моделей исследуемых объектов.и их оптимизации Раздел 3. Планирование экспериментов и обработка их результатов при оценке и контроле характеристик оборудования, технологических процессов и качества продукции		

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

2	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный

«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»		Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»		Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

Тестирование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой

		последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Тема 3. Иерархический план двухфакторного дисперсионного анализа, алгоритм обработки его результатов.»

Проводился эксперимент, спланированный по схеме дисперсионного анализа, с целью определения соответствия технических характеристик одного из типов конденсаторов требованиям нормативной документации. С этой целью при двух значениях температуры (k = 2) окружающей среды измеряли значения емкости 4-х конденсаторов этого типа (m = 4) и для каждого конденсатора получили по 4 результата измерения (n = 4). Результаты опытов приведены в таблице.

Значения емкости конденсаторов

Температура окружающей среды, °С	Номер конденсатора	Результаты измерения емкости, мкФ			
		X_1	X_2	X_3	X_4
-50	1	0,892	0,925	0,855	0,882
	2	0,853	0,885	0,871	0,900
	3	0,818	0,842	0,900	0,930
	4	0,854	0,880	0,875	0,902
20	1	0,933	0,945	0,896	0,908
	2	0,894	0,900	0,910	0,920
	3	0,855	0,865	0,938	0,950
	4	0,891	0,905	0,915	0,923

Уровень 1. Установить, зависят ли результаты измерения емкости от температуры (S_T) и индивидуальных особенностей конденсатора ($S_к$)

Уровень 2. Оценить погрешность метода измерений емкости ($S_{изм}$).

Уровень 3. Рассчитать суммарную погрешность результатов испытаний S_{Σ}. Сделать вывод о степени влияния факторов.

3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 1. Предмет математической статистики, принятие решений при использовании статистических методов.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 2. Модель дисперсионного анализа и условия постановки экспериментов . Однофакторный дисперсионный анализ.	**Знание**	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 3. Иерархический план двухфакторного дисперсионного анализа, алгоритм обработки его результатов.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 4. Корреляция. Получение уравнения прямой линии с помощью метода наименьших квадратов и его анализ.	**Знание**	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 5. Нелинейные зависимости между двумя переменными, уравнения множественной регрессии; Оценка адекватности и выбор уравнения регрессии.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 6. Получение математических моделей с помощью факторного планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент.	**Знание**	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 7. Дробный факторный эксперимент.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ

ПК-2.1 ПК-2.2	Тема 8. Поиск оптимальных характеристик объектов с помощью метода крутого восхождения.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тема 9. Метрологические характеристики методов (методик) и результатов измерений.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тема 10. Планирование экспериментов по оценке показателей прецизионности измерений; алгоритмы обработки экспериментальных данных.	**Знание**	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тема 11. Планирование экспериментов по оценке показателя правильности измерений; алгоритмы обработки экспериментальных данных..	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1	Тема 12. Методы оценки и контроля точности измерений.	Знание	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Итого	72 – ЗТЗ 72 – ОТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Уровень значимости α – это (не менее двух вариантов ответа):
а) вероятность принятия альтернативной гипотезы;
б) вероятность принятия нулевой гипотезы;
в) вероятность отклонения альтернативной гипотезы;
г) вероятность отклонения нулевой гипотезы.
Ответ: а, г

2. Какое требование к отклику и факторам является неверным при математическом планировании эксперимента?
а) факторы могут быть качественными;
б) факторы могут быть количественными;
в) отклик должен быть количественным;
г) отклик может быть качественным.
Ответ: г

3. Расположить в логической последовательности этапы планирования эксперимента по схеме дисперсионного анализа:
1) выбирают отклик и факторы;
2) составляют план эксперимента;

3) формулируют цель эксперимента;
4) для каждого фактора выбирают несколько уровней.
Ответ: 3; 1; 4; 2.
4. Какой критерий используется для принятия решения об однородности 3-х и более дисперсий?
а) Граббса,
б) Фишера,
в) Кохрена,
г) Стьюдента
Ответ: в
5. Установить последовательность применения формул для расчета дисперсий при обработке результатов однофакторного дисперсионного анализа, если влияние фактора оказалось значимым:

$$1.\ S_{\Sigma}^2 = S_{изм}^2 + S_{ф}^2;\quad 2.\ S_2^2 = \frac{L_2 - L_3}{m-1};\quad 3.\ S_{ф}^2 = \frac{S_2^2 - S_1^2}{n};\quad 4.\ S_1^2 = \frac{L_1 - L_2}{m(n-1)} = S_{изм}^2$$

Ответ: 4; 2; 3; 1.
6. При обработке результатов однофакторного дисперсионного анализа получили $V_{изм}$ = 0,3 %, $V_{ф}$ = 0,4 %. Чему равна суммарная погрешность эксперимента V_{Σ}? Записать решение и ответ.
Ответ: $V_{\Sigma} = [(0,3)^2 + (0,4)^2]^{0,5} = 0,5$ %.
7. С помощью однофакторного дисперсионного анализа установили значимость влияния фактора на отклик. Дисперсии $(S_1)^2$ и $(S_2)^2$ равны соответственно 9 и 36. Чему равна дисперсия $(S_{ф})^2$ и СКО $S_{ф}$, если число измерений n отклика в каждом опыте равно 3? Записать решение и ответ.
Ответ: $(S_{ф})^2 = (36 - 9)/3 = 9$; СКО $S_{ф} = 3$.
8. При обработке результатов двухфакторного дисперсионного анализа получили:
$F_{2/1} = S_2^2/S_1^2 > F$ (α=0,01, f_2, f_1); $F_{3/2} = S_3^2/S_2^2 < F$ (α=0,05, f_3, f_2). Какой вывод следует сделать?
а) влияние первого и второго факторов на исследуемый параметр значимо;
б) влияние первого фактора значимо, а второго – незначимо;
в) влияние первого и второго факторов на исследуемый параметр незначимо;
г) влияние первого фактора незначимо, а второго значим
9. Мерой тесноты линейной связи между переменными *X* и *Y*, изменяющейся в пределах от -1 до +1, является:
а) коэффициент корреляции r_{xy};
б) коэффициент $r_{max(min)}$;
в) множественный коэффициент детерминации R^2;
г) *r*-критерий.
Ответ: а
10. При определении параметров прямой линии методом наименьших квадратов получили $a < |\Delta a|$ и $b > |\Delta b|$. Делаем вывод:
а) параметры *a* и *b* значимы;
б) параметр *a* значим, параметр *b* незначим;
в) параметр *a* незначим, параметр *b* значим: прямую можно провести через начало координат;
г) параметры *a* и *b* незначимы.
Ответ: г
11. Даны нелинейные уравнения, которые можно привести к линейному виду преобразованием переменных:
а) $Y = a + b/X$;
б) $Y = a/(b + X)$;
в) $Y = aX^b$;
г) $Y = ae^{bX}$.
Для приведенных уравнений выбрать линеаризующие преобразования из таблицы

№	Преобразование переменных		Выражения для коэффициентов a и b	
	Y'	X'	a'	b'
1	Y	1/X	a	b
2	lgY	lgX	lga	b
3	lnY	X	lna	b
4	1/Y	X	b/a	1/a

Ответ: а) → 1; б) → 4; в) → 2; г) → 3.

12. Сколько уровней факторов выбирают при планировании факторных экспериментов типа 2^k?

Ответ: 2

13. Функцию отклика при факторном эксперименте часто представляют в виде многомерного полинома:

$$Y = a_0+a_1X_1+a_2X_2+\ldots+a_KX_K+a_{12}X_1X_2+\ldots+a_{1K}X_1X_K+ \ldots + a_{12K}X_1X_2X_K+\ldots$$

Сколько коэффициентов содержит это уравнение для полного трехфакторного эксперимента? Записать ответ.

Ответ 8.

14. При планировании дробного четырехфакторного эксперимента (полуреплика) фактору 4 сделали присвоение: $X_4 = X_1 \cdot X_2$. Записать определяющий контраст и эффекты смешения коэффициентов при факторах X_1, X_2 и X_3.

Ответ: определяющий контраст: $1 = X_1X_2X_4$; эффекты смешения: $X_1 = X_2X_4$; $X_2 = X_1X_4$; $X_3 = X_1X_2X_3X_4$.

15. Какая величина определяют по формуле $d_k = m \cdot a_k \cdot \Delta X_k$?

Ответ: шаг движения по градиенту

16. Сколько результатов анализа необходимо получить при оперативном контроле внутрилабораторной прецизионности?

Ответ: 2

17. Какой метод *не* применяют при оперативном контроле точности?

Ответ: метод с применением многофакторного эксперимента

18. Какой критерий используется при оценки адекватности модели?

Ответ: Фишера

3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа "Двухфакторный дисперсионный анализ: план эксперимента, обработка и анализ его результатов"»

Цель работы: исследовать иерархическую схему двухфакторного дисперсионного анализа.

Оборудование: ЭВМ, специализированные программы

Задание: Оценить случайные погрешности, характеризующие разброс значений сопротивления R резисторов внутри одной партии ($S_р$) и между партиями ($S_п$): число партий резисторов k = 2; число резисторов в одной партии m = 10; число измерений сопротивления одного резистора n = 3. Рассчитать суммарную погрешность $S_S = [(S_{изм})^2 + (S_р)^2 + (S_п)^2]^{1/2}$ и сделать вывод о качестве партий резисторов, если допустимый разброс значений сопротивлений резисторов равен $V_{доп}$ = 2 %.

Номер партии	Номер резистора	Измерения R, Ом			Номер партии	Номер резистора	Измерения R, Ом		
		R_1	R_2	R_3			R_1	R_2	R_3
1	1	56	55	55	2	1	58	59	58
	2	57	57	57		2	56	57	57

	3	55	55	55		3	55	55	56
	4	55	55	55		4	57	57	57
	5	56	56	56		5	56	56	57
	6	58	57	57		6	56	56	56
	7	55	55	54		7	54	54	55
	8	56	55	56		8	56	56	57
	9	55	56	55		9	55	55	54
	10	56	55	55		10	56	57	57

Контрольные вопросы

1. Для каких целей применяют дисперсионный анализ в научных исследованиях?
2. Приведите название вида зависимости (качественная или количественная) свойства объекта *Y*от значений фактора*X*, которое можно определить с помощью дисперсионного анализа.
3. Приведите названия планов и методов дисперсионного анализа по числу одновременно изменяемых в эксперименте факторов *X*.
4. Приведите определение сути дисперсионного анализа.
5. Укажите единственное обязательное условие при планировании эксперимента для последующей обработки его результатов методами дисперсионного анализа.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа "Полный и дробный факторный эксперимент"»

Цель работы: провести полный и дробный факторный эксперимент

Оборудование: ЭВМ, специализированные программы

Задание 1. При выборе оптимальных условий рентгеноспектрального определения мышьяка в почвах изучали зависимость **контрастности** его спектральной линии **Y = Iл/Iф** (Iл и Iф – интенсивность рентгеновского излучения соответственно на линии As и рядом с ней (фон)) **от напряжения (X_1)** на рентгеновской трубке и **экспозиции (X_2).** Функцию отклика аппроксимировали полиномом:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 \ . \qquad (1)$$

Таблица 1. Натуральные уровни факторов

Фактор	Нижний уровень (-1)	Верхний уровень (+1)
X_1 (напряжение, кВ)	25	40
X_2 (экспозиция, сек)	30	60

Матрица планирования эксперимента и полученные значения отклика приведены в таблице 2.

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента и значения отклика

Номер опыта	Матрица планирования			Среднее значение отклика $\overline{Y}$	Измеренные значения отклика			
	X_1	X_2	$X_1 \cdot X_2$		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
1	-1	-1	1		1,373	1,354	1,367	1,357
2	1	-1	-1		1,259	1,266	1,242	1,254
3	-1	1	-1		1,371	1,389	1,351	1,353
4	1	1	1		1,247	1,269	1,264	1,245

Рассчитать коэффициенты уравнения (1), оценить их значимость, проверить адекватность математической модели, записать модель и привести ее нормированный вид. Сделать вывод о степени влияния факторов на отклик.

Задание 2. С помощью дробного четырехфакторного эксперимента изучали процесс ферментации культуры плесени. Откликом Y служил выход продукта в мг; в качестве факторов выбрали: X_1 – содержание компонента 1 в культуре плесени; X_2 – содержание компонента 2 в культуре плесени; X_3 – степень насыщения среды кислородом; X_4 – возраст культуры. Планировали полуреплику, сделав присвоение фактору $X_4 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$. Таким образом число опытов эксперимента сократили с 16 до 8.

Записать определяющий контраст и эффекты смешения, дополнить матрицу планирования (таблица 1) необходимыми столбцами. Вычислить коэффициенты влияния, оценить их значимость, записать модель с учетом значимых коэффициентов и проверить ее адекватность.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента (полуреплика)

Номер опыта	Уровни факторов								Значения отклика, мг		
	X1	X2	X3	X4					Y_1	Y_2	$\bar{Y}$
1	-1	-1	-1	-1					33	19	
2	+1	-1	-1	+1					94	96	
3	-1	+1	-1	+1					76	73	
4	+1	+1	-1	-1					115	109	
5	-1	-1	+1	+1					50	49	
6	+1	-1	+1	-1					73	77	
7	-1	+1	+1	-1					104	109	
8	+1	+1	+1	+1					108	108	

Контрольные вопросы

1. Что такое полный и дробный факторный эксперимент?
2. Что такое четырехфакторный эксперимент?
3. Дайте определения вычисляемым характеристикам.

3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Предмет математической статистики и основные ее задачи.
2. Принятие решений при использовании методов математической статистики. Статистические гипотезы и их выдвижение.
3. Классический способ проверки статистических гипотез, статистические критерии.
4. Доверительная вероятность и уровень значимости. Выбор уровня значимости.
5. Основы планирования эксперимента по схеме дисперсионного анализа для оценки влияния факторов на объект исследования.
6. Планирование эксперимента по однофакторной схеме дисперсионного анализа. Обработка результатов эксперимента, выводы.
7. Проверка однородности дисперсий при объединении выборок в однофакторном эксперименте, переход к относительным значениям переменных.
8. Обработка результатов однофакторного эксперимента при использовании относительных переменных. Анализ результатов эксперимента.
9. Планирование эксперимента по иерархической схеме двухфакторного дисперсионного анализа.
10. Обработка экспериментальных данных при постановке двухфакторного эксперимента по иерархической схеме; анализ результатов эксперимента.
11. Цель корреляционно-регрессионного анализа.
12. Корреляция.
13. Линейный коэффициент корреляции.
14. Построение уравнения прямой линии с помощью метода наименьших квадратов (МНК) и его анализ.
15. Линеаризация нелинейных зависимостей между двумя переменными.
16. Множественный коэффициент детерминации.
17. Уравнения множественной регрессии.
18. Оценка адекватности уравнения регрессии.
19. Выбор регрессионного уравнения.
20. Математическое планирование эксперимента, цель и основные понятия.
21. Требования к выбору отклика, факторов и интервала варьирования факторов.
22. Полный факторный эксперимент. Составление матрицы планирования эксперимента, свойства матрицы планирования.
23. Расчет коэффициентов модели и оценка их значимости.
24. Оценка адекватности модели и ее анализ.

25. Дробный факторный эксперимент и условия его постановки. Построение матрицы дробного факторного эксперимента.
26. Определение эффектов смешения с помощью генерирующего соотношения и определяющего контраста.
27. Выбор генерирующего соотношения.
28. Цель и принцип метода крутого восхождения.
29. Выбор шага движения по градиенту.
30. Составление мысленных опытов.
31. Основные метрологические характеристики результатов и методов измерений.
32. Основные метрологические характеристики средств измерений.
33. Прецизионность и ее составляющие. Способы определения показателей повторяемости, внутрилабораторной прецизионности и воспроизводимости.
34. План эксперимента по определению показателей прецизионности и обработка результатов эксперимента.
35. Контроль прецизионности результатов измерений с использованием контрольных карт Шухарта.
36. Правильность результатов измерений. Способы определения показателей правильности.
37. План эксперимента по определению показателя правильности результатов измерений с использованием стандартных образцов состава или свойств материалов, обработка результатов эксперимента
38. Контроль правильности результатов измерений с использованием контрольных карт Шухарта.
39. Точность результатов измерений. Организация контроля точности результатов измерений в производственных лабораториях.
40. Точность средств измерения и ее контроль.

3. 5 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

1. Составить план однофакторного эксперимента по семе дисперсионного анализа
2. Составить план двухфакторного эксперимента по иерархической схеме дисперсионного анализа
3. Выполнить анализ заданного уравнения прямой линии
4. Выбрать способ линеаризации заданного нелинейного уравнения регрессии, связывающего две переменные
5. Составить матрицу планирования полного трехфакторного эксперимента
6. Составить план дробного четырехфакторного эксперимента (полуреплику), выбрав присвоение $X_4 = X_1X_2X_3$. Записать определяющий контраст и эффекты смешения.
7. Составить план эксперимента по оценке прецизионности результатов измерения

3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Обработать и проанализировать результаты однофакторного дисперсионного анализа
2. Проанализировать результаты двухфакторного дисперсионного анализа
3. Получить уравнение прямой линии с использованием метода наименьших квадратов и проанализировать его
4. Оценить адекватность уравнения регрессии
5. Выбрать наилучшее уравнение регрессии из предложенных вариантов
6. Обработать результаты полного двухфакторного эксперимента, оценить адекватность полученной модели и проанализировать ее.
7. Определить показатели прецизионности метода (методики) измерений
8. Определить показатели правильности метода (методики) измерений
9. Определить показатели точности метода (методики) измерений
10. Выполнить процедуру контроля показателей точности

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Преподаватель оценивает выполненное практическое занятие обучающимися в конце данного занятия. Он сразу же информирует обучающихся о результатах оценки занятия после проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения. Если обучающийся не выполнил критерии контрольно-оценочного мероприятия, то ему преподаватель назначает время для устранения задолженности
Разноуровневые задачи и задания	Выполнение разноуровневых задач и заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий разрешено пользоваться справочными материалами по математической статистике и конспектами лекций. Выполненные задания обучающиеся сохраняют на электронный носитель, выданный преподавателем. Преподаватель проверяет выполненные задания в конце или после практического занятия и выставляет оценки в зависимости от набранного количества баллов.
Защита лабораторной работы	Преподаватель оценивает выполненную лабораторную работу обучающимися в конце данного занятия. Он сразу же информирует обучающегося о результатах оценки работы после проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения. Если обучающийся не выполнил критерии контрольно-оценочного мероприятия, то преподаватель назначает ему время для устранения задолженности
Тест	Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончанию изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структуры тестов по итогам каждого семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа. При проведении итогового тестирования по окончанию освоения дисциплины студенту предлагается 20 заданий, содержащие материалы из всех разделов дисциплины, на которые он должен дать ответы в течение 90 мин. Во время тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. При тестировании обучающийся может пользоваться вычислительными средствами и таблицами математической статистики. Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью

использования результатов текущего контроля успеваемости преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.