ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «07» июня 2021 г. № 79

# Б1.В.ДВ.11.01 Планирование научного эксперимента

## 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 «4» июня 2021 г. № 18

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 математической теории эксперимента, приобретение навыков планирования экспериментов и приемов обработки их результатов для изучения свойств исследуемых объектов, оценки влияния на них различных факторов, поиска оптимальных параметров |
| **1.2 Задачи дисциплины** | |
| 1 | передача обучающимся теоретических основ планирования эксперимента с помощью методов дисперсионного и регрессионного анализа |
| 2 | обучение умению применять полученные знания на практике |
| **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.<br>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:<br>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;<br>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;<br>– популяризация научных знаний среди обучающихся;<br>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;<br>– 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;<br>– 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.<br>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:<br>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;<br>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;<br>– формирование психологии профессионала;<br>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;<br>– 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: методы планирования экспериментов по контролю точности оборудования и технологической оснастки; способы обработки результатов экспериментов |
| | | Уметь: планировать и проводить эксперименты по контролю точности оборудования и технологической оснастки и выполнять статистическую обработку их результатов |
| | | Владеть: способностью к организации работ по контролю точности оборудования и контролю технологической оснастки |
| | ПК-2.2 Организовывает и контролирует работу по предотвращению выпуска бракованной продукции с разработкой новых методик технического контроля качества продукции | Знать: методы планирования экспериментов для выявления причин возникновения рекламации |
| | | Уметь: планировать и проводить эксперименты по выявлению возможных причин возникновения рекламации |
| | | Владеть: способностью к организации работ по предотвращению выпуска бракованной продукции |
| 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: методы планирования экспериментов по выявлению факторов, влияющих на результаты неразрушающего контроля и поиску оптимальных условий его выполнения; показатели качества методов и методик измерений и способы их определения |
| | | Уметь: планировать и проводить эксперименты по совершенствованию методик и внедрению инновационных технологий неразрушающего контроля; обрабатывать экспериментальные данные, анализировать полученные результаты и использовать их при составлении технологической и нормативной документации |
| | | Владеть: способностью разрабатывать технологическую и нормативную документацию, внедрять инновационные разработки в области неразрушающего контроля на основе экспериментальных исследований, проведенных по составленному плану |

## 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. Введение, планирование экспериментов по схеме дисперсионного анализа.** | | | | | | |
| 1.1 | Тема 1. Предмет математической статистики и основные ее задачи | 7 | 2 | | | 2 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 1.2 | Тема 2. Основы планирования экспериментов по схеме дисперсионного анализа | 7 | 6 | 4/4 | | 6 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 1.3 | Лабораторная работа 1. Использование однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа для оценки влияния факторов на измеряемые параметры | 7 | | | 6/6 | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| **2.0** | **Раздел 2. Основы корреляционно-регрессионного анализа и математического планирования эксперимента.** | | | | | | |
| 2.1 | Тема 3. Статистика линейных связей. Корреляция | 7 | 2 | 2/2 | | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 2.2 | Тема 4. Построение нелинейных зависимостей между двумя переменными методом наименьших квадратов | 7 | 2 | 2/2 | | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 2.3 | Лабораторная работа 2. Аппроксимация зависимости двух переменных уравнением прямой линии и оценка ее достоверности | 7 | | | 2/2 | 2 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 2.4 | Тема 5. Математическое планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент | 7 | 2 | 2/2 | | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 2.5 | Тема 6. Дробный факторный эксперимент и условия | 7 | 4 | 2/2 | | 4 | ПК-2.1 |

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| | его постановки | | | | | | ПК-2.2 |
| 2.6 | Тема 7. Поиск оптимальных характеристик объектов | 7 | 2 | | | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| 2.7 | Лабораторная работа 3. Постановка полного двухфакторного эксперимента и обработка его результатов | 7 | | | 2/2 | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2 |
| **3.0** | **Раздел 3. Планирование экспериментов по оценке и контролю качества результатов измерений.** | | | | | | |
| 3.1 | Тема 8. Метрологические характеристики результатов измерений | 7 | 2 | | | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 |
| 3.2 | Тема 9. Планы экспериментов по оценке показателей прецизионности и правильности результатов измерений | 7 | 4 | 2/2 | | 4 | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 |
| 3.3 | Тема 10. Оценка и контроль точности результатов измерений | 7 | 2 | | | 3 | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 |
| 3.4 | Лабораторная работа 4. Определение показателей прецизионности результатов измерений | 7 | | | 4/4 | 3 | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 |
| | Форма промежуточной аттестации – зачет | 7 | | | | | |
| | 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 |

#### 6.1.2 Дополнительная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.2.1 | 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 |
| 6.1.2.2 | 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: | Онлайн |

| | | |
|---|---|---|
| | 15.04.2024). — Текст : электронный. | |
| **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.11.01 Планирование научного эксперимента по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики / О.М. Карпукова; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 14 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2862_1400_2021_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 | 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). |
| 3 | 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). |
| 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:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521 |

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|---|
| Вид учебной | Организация учебной деятельности обучающегося |

| | |
|---|---|
| деятельности | |
| 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.<br>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.<br>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.<br>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:<br>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;<br>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;<br>- 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.;<br>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;<br>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;<br>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);<br>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;<br>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;<br>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;<br>- 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.);<br>- наблюдение развития явлений, процессов и др.<br>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.<br>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:<br>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;<br>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;<br>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.<br>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 «Планирование научного эксперимента» 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.<br>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 «Планирование научного эксперимента» 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. Введение, планирование экспериментов по схеме дисперсионного анализа** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Тема 1. Предмет математической статистики и основные ее задачи | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.2 | Текущий контроль | Тема 2. Основы планирования экспериментов по схеме дисперсионного анализа | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно)<br>В рамках ПП**:<br>Творческое задание (письменно) |
| 1.3 | Текущий контроль | Лабораторная работа 1. Использование однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа для оценки влияния факторов на измеряемые параметры | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **2.0** | **Раздел 2. Основы корреляционно-регрессионного анализа и математического планирования эксперимента** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Тема 3. Статистика линейных связей. Корреляция | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно)<br>В рамках ПП**:<br>Творческое задание (письменно) |
| 2.2 | Текущий контроль | Тема 4. Построение нелинейных зависимостей между двумя переменными методом наименьших квадратов | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно)<br>В рамках ПП**:<br>Творческое задание (письменно) |
| 2.3 | Текущий контроль | Лабораторная работа 2. Аппроксимация зависимости двух переменных уравнением прямой линии и оценка ее достоверности | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.4 | Текущий контроль | Тема 5. Математическое планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно)<br>В рамках ПП**:<br>Творческое задание (письменно) |
| 2.5 | Текущий контроль | Тема 6. Дробный факторный эксперимент и условия его постановки | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно) |
| 2.6 | Текущий контроль | Тема 7. Поиск оптимальных характеристик объектов | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Конспект (письменно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.7 | Текущий контроль | Лабораторная работа 3. Постановка полного двухфакторного эксперимента и обработка его результатов | ПК-2.1<br>ПК-2.2 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **3.0** | **Раздел 3. Планирование экспериментов по оценке и контролю качества результатов измерений** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.1 | Текущий контроль | Тема 8. Метрологические характеристики результатов измерений | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Конспект (письменно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 3.2 | Текущий контроль | Тема 9. Планы экспериментов по оценке показателей прецизионности и правильности результатов измерений | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Конспект (письменно)<br>В рамках ПП**:<br>Творческое задание (письменно) |
| 3.3 | Текущий контроль | Тема 10. Оценка и контроль точности результатов измерений | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Конспект (письменно) |
| 3.4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 4. Определение показателей прецизионности результатов измерений | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| | Промежуточная аттестация | Раздел 1. Введение, планирование экспериментов по схеме дисперсионного анализа.<br>Раздел 2. Основы корреляционно-регрессионного анализа и математического планирования эксперимента.<br>Раздел 3. Планирование экспериментов по оценке и контролю качества результатов измерений. | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Зачет (собеседование)<br>Зачет - тестирование (компьютерные технологии) |

*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 | Конспект | Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, | Темы конспектов |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | |
| 2 | Творческое задание | Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.<br>Может быть использовано для оценки знаний, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Темы творческих заданий |
| 3 | Тестирование (компьютерные технологии) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |
| 4 | 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.<br>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.<br>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.<br>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 | Минимальный |

| | | |
|---|---|---|
| | 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 | |
| «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

Конспект

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.<br><br>Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме |
| «хорошо» | | Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.<br><br>Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями |
| «удовлетворительно» | | Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.<br><br>Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок.<br><br>Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно |

Творческое задание

| Шкалы оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Представленная работа демонстрирует точное понимание задания и полное ему соответствие. В работе приводятся конкретные факты и примеры.<br>Материал изложен логично. Работа и форма её представления является авторской, выполнена самостоятельно и содержит большое число оригинальных, изобретательных примеров.<br>Эффективное использование изображений, видео, аудио и других мультимедийных возможностей, чтобы представить свою тему и вызвать интерес. Презентация имеет все необходимые разделы, данные об авторе, ссылки на источники, оформлена в одном стиле. Текст не избыточен на слайде, не имеет орфографических и речевых ошибок |
| «хорошо» | | Представленная работа демонстрирует понимание задания. В работу включаются как материалы, имеющие как непосредственное отношение к теме, так и материалы, не имеющие отношения к ней. Содержание работы соответствует заданию, но не все аспекты задания раскрыты. В работе есть элементы творчества.<br>Используются однотипные мультимедийные возможности, или некоторые из них отвлекают внимание от темы презентации. Основные требования к презентации соблюдены, но отсутствует выполнение требований либо к оформлению, либо к содержанию. Текст на слайде не избыточен, но плохо читается, несколько неудачных речевых выражений |
| «удовлетворительно» | | В работу включена собранная обучающимся информация, но она не анализируется и не оценивается. Нарушение логики в изложении материала. Обычная, стандартная работа, элементы творчества отсутствуют.<br>Не используются изображения, видео, аудио и другие мультимедийные возможности, или их использование отвлекает внимание. Не соблюдены требования к оформлению презентации. Слишком много текста, или две и более орфографических ошибок, или речевые и орфографические ошибки |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Включены материалы, не имеющие непосредственного отношения к теме работы, содержание работы не относится в рассматриваемой проблеме. Отсутствует логики в изложении материала. Не используются изображения, видео, аудио и другие мультимедийные возможности, или их использование отвлекает внимание. Не соблюдены требования к оформлению презентации |

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.<br>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.<br>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.<br>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.<br>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 написания конспекта

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

Образец тем конспектов

«Тема 1. Предмет математической статистики и основные ее задачи»
«Тема 2. Основы планирования экспериментов по схеме дисперсионного анализа»
«Тема 3. Статистика линейных связей. Корреляция»
«Тема 4. Построение нелинейных зависимостей между двумя переменными методом наименьших квадратов»
«Тема 5. Математическое планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент»
«Тема 6. Дробный факторный эксперимент и условия его постановки»
«Тема 7. Поиск оптимальных характеристик объектов»
«Тема 8. Метрологические характеристики результатов измерений»
«Тема 9. Планы экспериментов по оценке показателей прецизионности и правильности результатов измерений»
«Тема 10. Оценка и контроль точности результатов измерений»

### 3.2 Типовые контрольные задания для выполнения творческих заданий

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения творческих заданий.

Образец творческого задания

«Тема 2. Основы планирования экспериментов по схеме дисперсионного анализа»

**Эксперимент без объединения выборок**

Для изготовления электрических ламп использовали проволоку четырех заводов-изготовителей. Выясняли, различаются ли партии ламп с проволокой разных заводов по сроку службы. С этой целью из каждой партии отбирали по 6 ламп и для каждой лампы в процессе испытаний зарегистрировали срок службы. Результаты наблюдений приведены в таблице.

| Партия ламп | Срок службы лампы, тыс. час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1,60 | 1,61 | 1,65 | 1,68 | 1,70 | 1,72 |
| 2 | 1,58 | 1,64 | 1,64 | 1,70 | 1,75 | 1,74 |
| 3 | 1,46 | 1,55 | 1,60 | 1,62 | 1,64 | 1,66 |
| 4 | 1,51 | 1,52 | 1,53 | 1,60 | 1,67 | 1,68 |

Зависит ли срок службы электрической лампы от партии?

**Эксперимент с объединением выборок**

Требовалось установить, имеется ли различие (Vм) в показаниях двух мультиметров (P = 2) при измерении сопротивления в заданном диапазоне. С этой целью выбрали три резистора (Q = 3) с различным номинальным значением сопротивления и каждым мультиметром для каждого резистора выполнили серию измерений, содержащую пять (N = 5) значений сопротивления. Данные приведены в таблице.

| Резистор | Мультиметр | Результаты измерения сопротивления резисторов, Ом | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | 55,4 | 55,5 | 55,5 | 55,6 | 55,6 |
| | 2 | 55,4 | 55,4 | 55,5 | 55,5 | 55,5 |
| 2 | 1 | 125,1 | 125,2 | 125,3 | 125,3 | 125,3 |
| | 2 | 125 | 125 | 125 | 125,2 | 125,1 |
| 3 | 1 | 266 | 266 | 266 | 266 | 267 |
| | 2 | 266 | 266 | 266 | 265 | 265 |

**Замечание.** Перед обработкой данных по схеме дисперсионного анализа следует оценить однородность дисперсий, характеризующих погрешность измерения сопротивления в каждой из 6-ти полученных серий. Для этого необходимо использовать критерий Кохрена. При неоднородности указанных дисперсий, выраженных в единицах измеряемой величины, перейти к относительным значениям сопротивления.

## Образец творческого задания
## «Тема 3. Статистика линейных связей. Корреляция»

При испытании солнечных батарей устанавливали зависимость их долговечности от температуры, получили следующие данные:

| Номер батареи | X (температура, °C) | Y (срок службы, час) |
|---|---|---|
| 1 | 830 | 1953 |
| 2 | 830 | 2135 |
| 3 | 830 | 2471 |
| 4 | 880 | 1190 |
| 5 | 880 | 1286 |
| 6 | 880 | 1550 |
| 7 | 910 | 651 |
| 8 | 910 | 837 |
| 9 | 910 | 848 |
| 10 | 930 | 511 |
| 11 | 930 | 651 |
| 12 | 930 | 651 |

Рассчитать коэффициент корреляции $\mathbf{r_{XY}}$ и сделать вывод о наличии линейной связи между переменными X и Y. Определить коэффициенты прямой **a** и **b**, $\mathbf{(S_o)^2}$, $\mathbf{S_a}$, $\mathbf{S_b}$, $\mathbf{\Delta a}$, $\mathbf{\Delta b}$. Написать уравнение прямой. Построить графическую зависимость.

### 3.3 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<br>ПК-2.2 | Тема 1. Предмет математической статистики и основные ее задачи | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Тема 2. Основы планирования экспериментов по схеме дисперсионного анализа | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Тема 3. Статистика линейных связей. Корреляция | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Тема 4. Построение нелинейных зависимостей между двумя переменными методом наименьших квадратов | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Тема 5. Математическое планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Тема 6. Дробный факторный эксперимент и условия его постановки | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2 | Тема 7. Поиск оптимальных характеристик объектов | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Тема 8. Метрологические характеристики результатов измерений | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Тема 9. Планы экспериментов по оценке показателей прецизионности и правильности результатов измерений | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 | Тема 10. Оценка и контроль точности результатов измерений | Знание | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Умение | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| | | Итого | 50 – ОТЗ<br>50 – ЗТЗ |

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.

Образец типового варианта итогового теста

1. Какое требование к отклику или факторам является лишним при математическом планировании эксперимента?
А) Отклик должен быть количественным и измеряться при любой комбинации факторов и их уровней.
Б) Фактор может быть количественным или качественным.
В) Значение фактора не должно быть равно нулю.
Г) Фактор должен непосредственно влиять на объект исследования.
Ответ А.

2. Дисперсия характеризует:
А) среднее отклонение вариантов признака от средней величины;
Б) квадратный корень из среднего квадрата отклонений.
В) сумму всех значений признака, деленной на их число
Г) среднее значение квадрата отклонений вариантов признака от средней величины;
Ответ Г.

3. Какой критерий используется для принятия решения об однородности 3-х и более дисперсий?
А) Граббса.
Б) Фишера.
В) Кохрена.
Г) Стьюдента.
Ответ Г.

4. В расчетах на практике вместо дисперсии используют...
Ответ: среднее квадратическое отклонение

5. Результат измерения, выделяющийся из общей выборки в статистике –
Ответ: промах.

6. При каких выборках применяется распределение Стьюдента?
Ответ: малых.

7. Отдельный угол измерен четырьмя приемами, и получены результаты:

$$l_1 = 74° \ 17'42''; \ l_2 = 74° \ 17'46''; \ l_3 = 74° \ 17'43''; \ l_4 = 74° \ 17'47''.$$

Найти среднюю квадратичную ошибку измерения угла одним приемом.
Ответ 2,4.

8. Сколько уровней факторов выбирают при планировании факторных экспериментов типа $2^k$?
А) 2;
Б) 3;
В) 4;
Г) 6.
Ответ Б.

9. Какие формулы применяют для расчета коэффициента корреляции $r_{xy}$?
А) $\frac{\sum_{j=1}^{m} y_j \sum_{j=1}^{m} x_j^2 - \sum_{j=1}^{m} x_j \sum_{j=1}^{m} x_j y_j}{m \sum_{j=1}^{m} x_j^2 - (\sum_{j=1}^{m} x_j)^2}$;
Б) $\frac{\sum_{j=1}^{m} (x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{j=1}^{m} (x_j - \bar{x})^2\right) \cdot \left(\sum_{j=1}^{m} (y_j - \bar{y})^2\right)}}$;
В) $\frac{\sum_{j=1}^{m} (y_j - \hat{y}_j)^2}{m-2}$;
Г) $\frac{\sum_{j=1}^{m} \left[(x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})\right]}{\sum_{j=1}^{m} (x_j - \bar{x})^2}$.
Ответ Б.

10. Сформулируйте основную цель дисперсионного анализа.
Ответ: оценка значимости влияния фактора на исследуемый признак.

11. Какая числовая характеристика используется для оценивания связи между исследуемыми параметрами?
А) Математическое ожидание;
Б) Дисперсия;
В) Корреляционный момент;
Г) Среднее квадратическое отклонение.
Ответ В.
12. Шаг движения по градиенту определяют по формуле:
А) $a_k \cdot \Delta X_k$ ;
Б) $d_k = m \cdot a_k \cdot \Delta X_k$;
В) $X_{k0} = \frac{X_{кн} + X_{кв}}{2}$;
Г) $\frac{df}{dX_k} = a_k$
Ответ Б.

13. степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных регламентированных условиях – это…
Ответ: прецизионность.

14. Определите дисперсию признака, если средняя величина признака равна 2600, а коэффициент вариации равен 30%.
Ответ: 780.

15. Изменение экспериментатором только независимой переменной, контроль зависимой переменной, при котором другие условия эксперимента остаются абсолютно неизменными, - это:
А) безупречный эксперимент;
Б) бесконечный эксперимент;
В) эксперимент полного соответствия;
Г) идеальный эксперимент.
Ответ: В.

16. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней, называется:
А) полноценным экспериментом;
Б) дробным факторным экспериментом;
В) полным факторным экспериментом;
Г) бесфакторным экспериментом.
Ответ: В.

17. Контрольная карта Шухарта для контроля точности нормируется относительно предела предупреждения Δл. Записать, чему равна средняя линия $K_{ср}$ этой карты.
Ответ: ±1,5.

18. Процедура последовательного перемещения в направлении наибольшего увеличения отклика – это…
Ответ: метод крутого восхождения.

### 3.4 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 3. «Постановка полного двухфакторного эксперимента и обработка его результатов»

Задание:
1. Составить матрицу планирования рототабельного центрально-композиционного плана (для двух факторов с использованием дополнительного нулевого фактора (X0=1).
2. Определить оценку дисперсии единичного эксперимента.
3. Рассчитать оценки коэффициентов и их дисперсии.
4. Проверить адекватность модели с помощью критерия Фишера

Перечень вопросов для защиты:
1. Что такое опыт, эксперимент и план эксперимента?
2. Перечислите требования, предъявляемые к факторам при планировании ПФЭ и ДФЭ.
3. Чему равно количество опытов в матрицах планирования 23-1 и 24-2?
4. Перечислите свойства матрицы планирования ПФЭ.
5. О чем говорит разрешающая способность плана равная IV?
6. Сколько генерирующих соотношений можно построить для ДФЭ типа 24-1?
7. В чем заключается физический смысл взаимодействия факторов?

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

Лабораторная работа 4. «Определение показателей прецизионности результатов измерений»

Задание:

1. Выполнить многократное измерение неизвестного размера.
2. Определить точечные оценки истинного значения измеряемой величины и среднего квадратического отклонения.
3. Определить доверительные границы случайной погрешности результата измерений

Перечень вопросов для защиты:

1. Что такое истинное, действительное и измеренное значения измеряемой величины?
2. Что представляет собой погрешность измерения?
3. В чем заключается сущность основного постулата метрологии?
4. Можно ли получить результат измерений без погрешности?
5. Перечислите основные точечные оценки результата измерения. Что характеризует каждая из оценок.
6. Что показывают доверительный интервал и доверительная вероятность при оценке истинного значения величины?
7. Что необходимо знать для определения доверительного интервала?
8. Изложите кратко метод обнаружения промахов (грубых погрешностей измерений или ошибок измерений).
9. Как записывается итог измерения при точечных оценках и оценках с помощью интервалов?

## 3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

**Раздел 1. Введение, планирование экспериментов по схеме дисперсионного анализа.**

1.1 Предмет математической статистики и основные ее задачи.

1.2 Принятие решений при использовании методов математической статистики. Статистические гипотезы и их выдвижение.

1.3 Классический способ проверки статистических гипотез, статистические критерии.

1.4 Доверительная вероятность и уровень значимости. Выбор уровня значимости.

1.5 Основы планирования эксперимента по схеме дисперсионного анализа для оценки влияния факторов на объект исследования.

1.6. Планирование эксперимента по однофакторной схеме дисперсионного анализа. Обработка результатов эксперимента, выводы.

1.7 Проверка однородности дисперсий при объединении выборок в однофакторном эксперименте, переход к относительным значениям переменных.

1.8 Обработка результатов однофакторного эксперимента при использовании относительных переменных. Анализ результатов эксперимента.

1.9 Планирование эксперимента по иерархической схеме двухфакторного дисперсионного анализа.

1.10 Обработка экспериментальных данных при постановке двухфакторного эксперимента по иерархической схеме; анализ результатов эксперимента.

**Раздел 2. Основы корреляционно-регрессионного анализа и математического планирования эксперимента.**

2.1 Цель корреляционно-регрессионного анализа.

2 2 Корреляция.

2.3 Линейный коэффициент корреляции.

2.4 Построение уравнения прямой линии с помощью метода наименьших квадратов (МНК) и его анализ.

2.5 Линеаризация нелинейных зависимостей между двумя переменными.

2 6 Множественный коэффициент детерминации.
2.7 Уравнения множественной регрессии.
2.8 Оценка адекватности уравнения регрессии.
2.9 Выбор регрессионного уравнения.
2.10 Математическое планирование эксперимента, цель и основные понятия.
2.11 Требования к выбору отклика, факторов и интервала варьирования факторов.
2.12 Полный факторный эксперимент. Составление матрицы планирования эксперимента, свойства матрицы планирования.
2.13 Расчет коэффициентов модели и оценка их значимости.
2.14 Оценка адекватности модели и ее анализ.
2.15 Дробный факторный эксперимент и условия его постановки. Построение матрицы дробного факторного эксперимента.
2.16 Определение эффектов смешения с помощью генерирующего соотношения и определяющего контраста.
2.17 Выбор генерирующего соотношения.
2.18 Цель и принцип метода крутого восхождения.
2.19 Выбор шага движения по градиенту.
2.20 Составление мысленных опытов.

**Раздел 3. Планирование экспериментов по оценке и контролю качества результатов измерений.**

3.1 Основные метрологические характеристики результатов и методов измерений.
3.2 Основные метрологические характеристики средств измерений.
3.3 Прецизионность и ее составляющие. Способы определения показателей повторяемости, внутрилабораторной прецизионности и воспроизводимости.
3.4 План эксперимента по определению показателей прецизионности и обработка результатов эксперимента.
3.5 Контроль прецизионности результатов измерений с использованием контрольных карт Шухарта.
3.6 Правильность результатов измерений. Способы определения показателей правильности.
3.7 План эксперимента по определению показателя правильности результатов измерений с использованием стандартных образцов состава или свойств материалов, обработка результатов эксперимента
3.8 Контроль правильности результатов измерений с использованием контрольных карт Шухарта.
3.9 Точность результатов измерений. Организация контроля точности результатов измерений в производственных лабораториях.
3.10 Точность средств измерения и ее контроль.

### 3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

1. В таблице приведены экспериментальные данные по определению показателя преломления (**n**) стекла. Оценить, содержат ли они систематическую погрешность, если действительное значение **n** равно (1,540 ± 0,010). Рассчитать средний результат измерения **n** и его доверительный интервал для доверительной вероятности P = 0,95.

| Номер измерения | Значение **n** | Номер измерения | Значение **n** |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,52 | 11 | 1,51 |
| 2 | 1,51 | 12 | 1,52 |
| 3 | 1,52 | 13 | 1,52 |
| 4 | 1,51 | 14 | 1,50 |
| 5 | 1,52 | 15 | 1,53 |
| 6 | 1,53 | 16 | 1,52 |
| 7 | 1,50 | 17 | 1,51 |
| 8 | 1,52 | 18 | 1,52 |
| 9 | 1,52 | 19 | 1,50 |
| 10 | 1,51 | 20 | 1,53 |

2. Вольтметр класса точности 1,0 (установлен по приведенной погрешности) с пределом измерений 300 В, имеющий максимальное число делений 150, поверен на отметках 30, 60, 100, 120 и 150 делений, при этом абсолютные погрешности в этих точках составили 1,8; 0,7; 2,5; 1,2 и 0,8 В. Определить, соответствует ли прибор указанному классу точности и рассчитать относительные погрешности в каждой точке отсчета.

3. Изучали зависимость силы трения (**Y**) в двигателях от температуры (**$X_1$**) и сорта смазочного масла (**$X_2$**). Каждый фактор задавали на двух уровнях: нижнем (-1) и верхнем (+1). Функцию отклика аппроксимировали полиномом:

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

Матрица планирования эксперимента и значения отклика приведены в таблице.

| Номер опыта | Матрица планирования | | | Среднее значение отклика $\overline{Y}$ | Значения отклика в ед. силы | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X_1$ | $X_2$ | $X_1 \cdot X_2$ | | $Y_1$ | $Y_2$ | $Y_3$ |
| 1 | -1 | -1 | 1 | | 26,4 | 26,5 | 26,3 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | | 25,2 | 25,6 | 25,4 |
| 3 | -1 | 1 | -1 | | 29,6 | 31,0 | 30,3 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | | 27,9 | 29,5 | 28,7 |

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

4. Сопоставляли показания рабочего вольтметра и образцового вольтметра. Установить, имеется ли систематическая погрешность в показаниях рабочего вольтметра. Необходимые данные для расчетов приведены в таблице.

| | Рабочий вольтметр | Образцовый вольтметр |
|---|---|---|
| Число измерений | $n_1 = 3$ | $n_2 = 2$ |
| Средний результат | $\overline{x} = 231$ В | $\overline{y} = 226$ В |
| Коэффициент вариации V, характеризующий случайную погрешность (воспроизводимость) результатов измерений | $V_x = 0{,}6$ % | $V_y = 0{,}1$ % |
| Число степеней свободы, при котором определяли V | $\infty$ | $\infty$ |

.

### 3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

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:

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

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

Матрица планирования эксперимента и значения отклика приведены в таблице.

| 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.

2. Используя множественный коэффициент детерминации $R^2$ (**Excel**), выбрать наилучшую регрессионную кривую, связывающую толщину стального листа Y, ($\ell$, мм) со скоростью проката X ($\nu$, число оборотов в минуту) в технологическом процессе листопроката. Данные для построения регрессионного уравнения представлены в таблице.

| Номер опыта | X ($\nu$, об/мин) | Y ($\ell$, мм) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $Y_1$ | $Y_2$ | $Y_3$ |
| 1 | 40 | 2,20 | 2,15 | 2,25 |
| 2 | 42 | 1,95 | 2,10 | 1,95 |
| 3 | 44 | 2,15 | 2,05 | 2,10 |
| 4 | 46 | 1,90 | 1,85 | 2,10 |
| 5 | 48 | 1,90 | 2,10 | 1,85 |
| 6 | 50 | 1,80 | 2,00 | 1,90 |
| 7 | 52 | 1,90 | 1,85 | 1,80 |
| 8 | 54 | 1,85 | 1,75 | 1,80 |

По выбранному регрессионному уравнению, рассчитать ожидаемое значение толщины стального листа $\hat{Y}$, остаточную дисперсию $S_0^2$, дисперсию $S_B^2$, характеризующую воспроизводимость отклика, и оценить адекватность регрессионной модели.

3. 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 |

Установить, зависят ли результаты измерения емкости от температуры ($S_T$) и индивидуальных особенностей конденсатора ($S_к$); оценить погрешность метода измерений емкости ($S_{изм}$). Рассчитать суммарную погрешность результатов испытаний $S_\Sigma$. Сделать вывод о степени влияния факторов.

4. Построить регрессионную кривую, связывающую количество активного хлора (Y) в готовой продукции с длительностью хранения ее на складе (X). Данные для построения уравнения регрессии приведены в таблице.

Данные для построения модели зависимости Y = *f*(X)

| Номер опыта | X (неделя с момента изготовления продукции) | Y (содержание активного хлора), % | |
|---|---|---|---|
| | | $Y_1$ | $Y_2$ |
| 1 | 0 | 50 | 50 |
| 2 | 8 | 49 | 49 |
| 3 | 12 | 46 | 44 |
| 4 | 16 | 44 | 43 |
| 5 | 20 | 42 | 43 |
| 6 | 24 | 42 | 40 |
| 7 | 28 | 41 | 40 |
| 8 | 32 | 41 | 40 |
| 9 | 36 | 41 | 38 |
| 10 | 40 | 39 | 39 |

Используя полученное регрессионное уравнение, рассчитать ожидаемое содержание активного хлора $\hat{Y}$, остаточную дисперсию $S_0^2$, дисперсию $S_B^2$, характеризующую воспроизводимость отклика, и оценить адекватность регрессионной модели. Сделать вывод о возможности использования полученного уравнения для описания исследуемой зависимости.

## 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 |
|---|---|
| Конспект | Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите |
| Творческое задание | Творческие задания выдаются на практических занятиях, предшествующих изучению предлагаемой темы. Задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Индивидуальные задания должны быть выполнены в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). Выполненные задания в назначенный срок сдаются на проверку |
| Тестирование (компьютерные технологии) | Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста |
| Лабораторная работа | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия |

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.