

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 «17» июня 2022 г. № 77

**Б1.О.06 Математические методы обработки данных**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Специализация/профиль – Техническая эксплуатация и сервисное обслуживание транспортно-технологических систем

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 5

Часов по учебному плану (УП) – 180

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

экзамен 1 семестр

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51	<b>51</b>
– лекции	34	<b>34</b>
– практические (семинарские)	17	<b>17</b>
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	93	<b>93</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 906.

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, заведующий кафедрой, Н.Л. Рябченко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «17» июня 2022 г. № 12

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

Н.Л. Рябченко

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от «17» июня 2022 г. № 9

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

А.А. Тармаев

<b>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель дисциплины</b>	
1	формирование представлений о методах, позволяющих проводить обработку данных, методах планирования эксперимента для получения данных и приемах, позволяющих построить математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, проверить адекватность этой модели, провести анализ полученных результатов
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	изложение основных положений математических методов обработки данных, изучение классических и специальных законов построения математических моделей и основ планирования эксперимента;
2	обучение основам моделирования, методам обработки и анализа фактического экспериментального материала, полученного в лабораторных и производственных условиях

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
2	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
3	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
4	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы
5	ФТД.02 Принципы инженерного творчества

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники	ОПК-1.1 Способен провести выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Знать: методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, а также обработки их результатов и оценки их качества; принципы планирования пассивного и активного эксперимента
		Уметь: применять физико-математические методы при моделировании задач в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
		Владеть: методами анализа конкретных задач в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов и выбора фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление
	ОПК-1.2 Способен составить математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, провести выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знать: методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов, явлений и объектов; технологию принятия статистических решений
		Уметь: получать уравнение регрессии, провести его статистический анализ и содержательную интерпретацию; оценивать параметры моделей статистических объектов на основе методов планирования эксперимента первого порядка
		Владеть: методами построения моделей и решения конкретных задач в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
	ОПК-1.3 Способен оценить адекватность результатов моделирования, сформулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Знать: особенности подготовки, проведения и обработки данных для полного и дробного факторного эксперимента первого порядка
		Уметь: строить полный факторный эксперимент и дробные реплики от него; применять корреляционно-регрессионный и дисперсионный анализ данных
		Владеть: методами статистического оценивания параметров модели, статистических гипотез, дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа; методами проверки адекватности модели

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основы математической обработки данных.</b>					
1.1	Тема 1.1. Некоторые сведения из теории случайных погрешностей и математической статистики. Классификация ошибок измерений. Абсолютная и относительная погрешность. Нормальное распределение погрешностей. Точечные и интервальные оценки параметров теоретических распределений	1	2			8 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
1.2	Тема 1.2. Математическая обработка экспериментальных данных. Среднее значение. Средняя квадратическая погрешность. Отбраковка промахов. Доверительные интервалы. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешности серии измерений. Выбор числа измерений	1	2	2		8 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью статистических гипотез.</b>					
2.1	Тема 2.1. Операции обработки экспериментальных данных. Критерии для проверки гипотез о законах и о значениях параметров распределения при анализе экспериментальных данных: хи-квадрат Пирсона, Колмогорова, Мизеса, Вилкоксона, Фишера, Стьюдента	1	2			8 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.2	Тема 2.2. Сравнение критериев, их особенности, достоинства и недостатки. Задача об оценке качества по выборке	1	2	2		8 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Дисперсионный анализ.</b>					
3.1	Тема 3.1. Дисперсионный анализ экспериментальных данных. Задача оценки действия одного и нескольких одновременно действующих факторов. Значимость влияния факторов на исследуемый признак	1	2			8 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.2	Тема 3.2. Гипотеза о равенстве генеральных дисперсий. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ	1	4	2		6 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Корреляционный анализ.</b>					
4.1	Тема 4.1. Корреляционный анализ экспериментальных данных. Двумерная нормальная случайная величина. Парный корреляционный анализ числовых данных. Нелинейная корреляция. Множественный корреляционный анализ	1	4			8 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.2	Тема 4.2. Ранговая корреляция. Корреляционный анализ нечисловых данных. Понятие об автокорреляции и автокорреляционной функции	1	2	2		6 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.</b>					
5.1	Тема 5.1. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Основные подходы к задаче аппроксимации зависимостей. Конечные разности и интерполяционные многочлены. Краткие сведения о методе наименьших квадратов и парном регрессионном анализе	1	2	2		6 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.2	Тема 5.2. Множественный регрессионный анализ. Качество регрессии. Определение значимости факторов. Нелинейный регрессионный анализ	1	4	2		6 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Основы планирования эксперимента.</b>					
6.1	Тема 6.1. Планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ). Построение плана ПФЭ и поверхности отклика. Оценка влияния факторов на функцию отклика. Линейные эффекты и эффекты взаимодействия. Определение значимости взаимодействий	1	2	2		7 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.2	Тема 6.2. Проверка адекватности модели. Определение значимости коэффициентов регрессии. Статистическая	1	4	2		7 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
	оценка результатов ПФЭ. Интерпретация результатов и принятие решения после построения модели						
6.3	Тема 6.3. Планирование дробного факторного эксперимента (ДФЭ). Построение плана ДФЭ. Насыщенные планы первого и второго порядка. Проверка точности полиномов. Дистраивание ДФЭ до плана ПФЭ	1	2	1		7	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36				ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17		93	

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	Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов - 2-е изд. испр. и доп. В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. Москва : Юрайт, 2020. - 164с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/454291">https://urait.ru/bcode/454291</a> (дата обращения: 09.09.2022)	Онлайн
6.1.1.2	Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов - 2-е изд. пер. и доп. Н. И. Сидняев. Москва : Юрайт, 2022. - 495с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/508082">https://urait.ru/bcode/508082</a> (дата обращения: 09.09.2022)	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Гефан, Г. Д. Основы теории эксперимента : учебное пособие / Г. Д. Гефан, Н. К. Ширяева. Иркутск : ИрГУПС, 2017. - 136с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/134675">https://e.lanbook.com/book/134675</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.2.2	Гефан, Г. Д. Статистический метод и основы его применения : учеб. пособие по математике, статистике и эконометрике / Г. Д. Гефан. Иркутск : ИрГУПС, 2003. - 207с.	407
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	Рябченко Н.Л. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.06 Математические методы обработки данных по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин, профиль Техническая эксплуатация и сервисное обслуживание транспортно-технологических систем / Н.Л. Рябченко; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 14 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2941_1514_2022_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2941_1514_2022_1_signed.pdf</a>	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	

<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>	
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>	
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 <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0 Academic License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.
6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №334100010011000114-0000756-01
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрены
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрены

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
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-201 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, экран, (ноутбук переносной).
3	Учебная аудитория Г-301 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, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
4	Учебная аудитория Г-305 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, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
5	Учебная аудитория Г-307 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 (плакаты).
6	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

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося

Лекция	<p>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.</p> <p>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 пометить 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 удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>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.</p> <p>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</p>
Лабораторная работа	<p>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.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- 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.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> </ul>

	<p>- 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Математические методы обработки данных» 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 удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>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»</p>
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 «Математические методы обработки данных» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>1 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основы математической обработки данных</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1.1. Некоторые сведения из теории случайных погрешностей и математической статистики. Классификация ошибок измерений. Абсолютная и относительная погрешность. Нормальное распределение погрешностей. Точечные и интервальные оценки параметров теоретических распределений	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 1.2. Математическая обработка экспериментальных данных. Среднее значение. Средняя квадратическая погрешность. Отбраковка промахов. Доверительные интервалы. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешности серии измерений. Выбор числа измерений	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью статистических гипотез</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 2.1. Операции обработки экспериментальных данных. Критерии для проверки гипотез о законах и о значениях параметров распределения при анализе экспериментальных данных: хи-квадрат Пирсона, Колмогорова, Мизеса, Вилкоксона, Фишера, Стьюдента	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 2.2. Сравнение критериев, их особенности, достоинства и недостатки. Задача об оценке качества по выборке	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Дисперсионный анализ</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 3.1. Дисперсионный анализ экспериментальных данных. Задача оценки действия одного и нескольких одновременно действующих факторов. Значимость влияния факторов на исследуемый признак	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)

3.2	Текущий контроль	Тема 3.2. Гипотеза о равенстве генеральных дисперсий. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Корреляционный анализ</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 4.1. Корреляционный анализ экспериментальных данных. Двумерная нормальная случайная величина. Парный корреляционный анализ числовых данных. Нелинейная корреляция. Множественный корреляционный анализ	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
4.2	Текущий контроль	Тема 4.2. Ранговая корреляция. Корреляционный анализ нечисловых данных. Понятие об автокорреляции и автокорреляционной функции	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов</b>			
5.1	Текущий контроль	Тема 5.1. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Основные подходы к задаче аппроксимации зависимостей. Конечные разности и интерполяционные многочлены. Краткие сведения о методе наименьших квадратов и парном регрессионном анализе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
5.2	Текущий контроль	Тема 5.2. Множественный регрессионный анализ. Качество регрессии. Определение значимости факторов. Нелинейный регрессионный анализ	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Основы планирования эксперимента</b>			
6.1	Текущий контроль	Тема 6.1. Планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ). Построение плана ПФЭ и поверхности отклика. Оценка влияния факторов на функцию отклика. Линейные эффекты и эффекты взаимодействия. Определение значимости взаимодействий	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
6.2	Текущий контроль	Тема 6.2. Проверка адекватности модели. Определение значимости коэффициентов регрессии. Статистическая оценка результатов ПФЭ. Интерпретация результатов и принятие решения после построения модели	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)
6.3	Текущий контроль	Тема 6.3. Планирование дробного факторного эксперимента (ДФЭ). Построение плана ДФЭ. Насыщенные планы первого и второго порядка. Проверка точности полиномов. Дистраивание ДФЭ до плана ПФЭ	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Собеседование (устно)

	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы математической обработки данных Раздел 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью статистических гипотез Раздел 3. Дисперсионный анализ Раздел 4. Корреляционный анализ Раздел 5. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов Раздел 6. Основы планирования эксперимента	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)
--	--------------------------	--	-------------------------------	---

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

### 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	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины

#### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	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 (образец экзаменационного

			билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	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 экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	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
«хорошо»	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
«удовлетворительно»	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
«неудовлетворительно»	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 экзамена**

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

**Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

## Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

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

#### 3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

Раздел 1. Основы математической обработки данных

1. В чём различие действительного и истинного значений измеряемой величины?
2. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности отдельного измерения.
3. По каким признакам классифицируются погрешности?
4. Почему случайные погрешности, как правило, подчиняются нормальному закону распределения?
5. Как ведёт себя погрешность определения действительного (среднего арифметического) значения измеряемой величины с ростом числа измерений?
6. Как ведёт себя погрешность определения действительного (среднего арифметического) значения измеряемой величины с ростом требуемой надёжности (доверительной вероятности)?
7. Как определить оптимальное число измерений?
8. Как исключить грубые промахи в результатах эксперимента?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

Раздел 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью статистических гипотез

1. Почему выводы на основании проверки статистических гипотез носят вероятностный характер?
2. Что такое уровень значимости гипотезы?
3. В чём различие параметрических и непараметрических критериев проверки гипотез?
4. Как связан вид критической области с конкурирующей гипотезой?
5. В чём идея критерия Уилкоксона?
6. В чём идея критерия Пирсона?
7. Сформулируйте выводы по выполнению заданий лабораторной работы.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

Раздел 3. Дисперсионный анализ

1. Сформулируйте основную идею дисперсионного анализа.
2. Какие виды средних, вариаций и дисперсий вводятся в дисперсионном анализе?
3. Какое равенство для дисперсий выполняется в дисперсионном анализе?
4. Как определяется коэффициент детерминации и что он показывает?
5. Критерий Фишера и его использование в дисперсионном анализе.
6. Охарактеризуйте две схемы двухфакторного дисперсионного анализа («упрощённый» и «традиционный» подходы).

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

#### Раздел 4. Корреляционный анализ

1. В чём различие между корреляционной и функциональной связью?
2. Каким свойством обладают функции регрессии двумерной нормальной величины?
3. Как связаны между собой коэффициент линейной корреляции и корреляционное отношение?
4. В чём особенности оценивания корреляции нечисловых случайных величин?
5. Объясните смысл термина «автокорреляция».
6. Каковы основные закономерности в поведении автокорреляционных функций?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

#### Раздел 5. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов

1. Охарактеризуйте особенности двух подходов (интерполяционного и регрессионного) к аппроксимации зависимостей.
2. В задании 1 практической работы попробуйте в окне **Параметры линии тренда** выбрать **Полиномиальная, Степень 2**, а затем **Степень 4**. Как вы можете объяснить снижение коэффициента детерминации в первом случае и отсутствие всяких изменений – во втором?
3. Как проверяется адекватность регрессионной модели?
4. Может ли при включении в модель дополнительной независимой переменной снизиться коэффициент детерминации?
5. Классифицируйте различные типы нелинейности моделируемых зависимостей с точки зрения регрессионного анализа.
6. Придумайте собственный пример перехода от нелинейной модели с одной независимой переменной к линейной модели с несколькими независимыми переменными.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

#### Раздел 6. Основы планирования эксперимента

1. В чем сущность планирования эксперимента? Поясните разницу между активным и пассивным экспериментом.
2. Какие задачи решает теория планирования эксперимента?
3. Понятие фактора. Требования к факторам
4. Как выбрать уровни варьирования факторов?
5. В чем сущность и цели стандартизации масштаба факторов?
6. Что называется полным факторным экспериментом?
7. Как составляется и какими свойствами обладает матрица планирования ПФЭ?
8. Как проверить воспроизводимость опытов? Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрена и как он находится?
9. Как рассчитать оценки коэффициентов регрессионного уравнения?
10. Как проверить статистическую значимость оценок коэффициентов регрессии?
11. Что такое критерий Стьюдента и где он используется?
12. Для чего оценивают, насколько отличаются средние значения  $y_i$  выходной величины, полученной в точках факторного пространства, и значения  $y_i$ , полученного из уравнения регрессии в тех же точках факторного пространства?

### 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
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1.1. Некоторые сведения из теории случайных погрешностей и математической статистики. Классификация ошибок измерений. Абсолютная и относительная погрешность. Нормальное распределение погрешностей. Точечные и интервальные оценки параметров теоретических распределений	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1.2. Математическая обработка экспериментальных данных. Среднее значение. Средняя квадратическая погрешность. Отбраковка промахов. Доверительные интервалы. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешности серии измерений. Выбор числа измерений	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 2.1. Операции обработки экспериментальных данных. Критерии для проверки гипотез о законах и о значениях параметров распределения при анализе экспериментальных данных: хи-квадрат Пирсона, Колмогорова, Мизеса, Вилкоксона, Фишера, Стьюдента	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 2.2. Сравнение критериев, их особенности, достоинства и недостатки. Задача об оценке качества по выборке	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 3.1. Дисперсионный анализ экспериментальных данных. Задача оценки действия одного и нескольких одновременно действующих факторов. Значимость влияния факторов на исследуемый признак	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 3.2. Гипотеза о равенстве генеральных дисперсий. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 4.1. Корреляционный анализ экспериментальных данных. Двумерная нормальная случайная величина. Парный корреляционный анализ числовых данных. Нелинейная корреляция. Множественный корреляционный анализ	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 4.2. Ранговая корреляция. Корреляционный анализ нечисловых данных. Понятие об автокорреляции и автокорреляционной функции	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ

		действие	
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 5.1. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Основные подходы к задаче аппроксимации зависимостей. Конечные разности и интерполяционные многочлены. Краткие сведения о методе наименьших квадратов и парном регрессионном анализе	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 5.2. Множественный регрессионный анализ. Качество регрессии. Определение значимости факторов. Нелинейный регрессионный анализ	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 6.1. Планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ). Построение плана ПФЭ и поверхности отклика. Оценка влияния факторов на функцию отклика. Линейные эффекты и эффекты взаимодействия. Определение значимости взаимодействий	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 6.2. Проверка адекватности модели. Определение значимости коэффициентов регрессии. Статистическая оценка результатов ПФЭ. Интерпретация результатов и принятие решения после построения модели	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 6.3. Планирование дробного факторного эксперимента (ДФЭ). Построение плана ДФЭ. Насыщенные планы первого и второго порядка. Проверка точности полиномов. Достираивание ДФЭ до плана ПФЭ	Знание	4 – ЗТЗ 4 - ОТЗ
		Умение	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ 3 - ОТЗ
		Итого	130 – ЗТЗ 130 - 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.

Тестовые задания для оценки знаний

**1. Дополните.**

Число, которое незначительно отличается от точного и заменяет его в вычислениях, называют.....

Ответ: приближенное

**2. Дополните.**

Полный факторный эксперимент с тремя факторами включает ..... серий параллельных экспериментов.

Ответ: 8

**3. Выберите правильный ответ.**

Пусть исследуемая зависимость имеет вид, близкий к функции

$$Y = a_1 \ln X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3^2 + b.$$

Величины  $Y, X_1, X_2, X_3$  являются переменными; их выборочные значения известны. Величины  $a_1, a_2, a_3, b$  являются параметрами, истинные значения которых неизвестны и должны быть оценены. Записанная функция

1. линейна как по переменным, так и по параметрам
2. линейна по переменным, но нелинейна по параметрам
3. линейна по параметрам, но нелинейна по переменным
4. нелинейна и по параметрам, и по переменным

4. Выберите правильный ответ.

Регрессия - это:

1. прогрессия, в которой члены расположены в обратном порядке
2. функциональная зависимость между двумя случайными величинами
3. зависимость некоторой случайной величины от среднего значения другой случайной величины
4. зависимость среднего значения некоторой случайной величины от другой случайной величины

5. Дополните.

Основополагающей идеей метода ДФЭ является формальное приравнение произведения нескольких факторов.....из факторов, входящему в это произведение.

Ответ: одному

6. Выберите правильные ответы.

В модели парной линейной регрессии

1. коэффициент корреляции может принимать значения от  $-1$  до  $+1$
2. коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции
3. коэффициент корреляции равен квадрату коэффициента детерминации
4. коэффициент детерминации может принимать значения от  $-1$  до  $1$

7. Дополните.

При помощи критерия Кохрена оценивается статистическая.....дисперсии выхода.

Ответ: однородность

8. Укажите последовательность этапов проведения корреляционно-регрессионного анализа.

1. проверка адекватности построенной модели;
2. интерпретация полученных результатов;
3. отбор факторов для построения модели;
4. выбор вида регрессионной модели и оценка ее параметров;
5. постановка задачи;
6. сбор исходных данных, их анализ.

Ответ: 6, 3, 4, 5, 1, 2.

Тестовые задания для оценки умений

9. Дополните.

Если в парной линейной модели регрессии коэффициент детерминации равен  $0.81$ , то коэффициент корреляции между  $X$  и  $Y$  равен.....

Ответ:  $0.9$ .

10. Дополните.

По выборке объёма  $n = 9$  нормально распределённого признака найдено исправленное среднеквадратическое отклонение  $s = 3$ . Для заданной надёжности оценки  $\gamma$  коэффициент Стьюдента равен  $t(\gamma, n) = 3.25$ . Полуширина доверительного интервала для математического ожидания равна.....

Ответ:  $3.25$

11. Выберите правильный ответ.

При каком объеме выборки различие между исправленной дисперсией и выборочной дисперсией составляет 1.2 раза?

- 1) при любом                      2) 4                                      3) 5                                      4) 6

12. Выберите правильный ответ.

Обработка парных наблюдений количественных признаков  $X$  и  $Y$  дала следующие результаты:  $\bar{x} = 5$ ;  $\bar{y} = 11$ . Оценка коэффициента  $a$  уравнения регрессии  $\bar{y}_x = ax + b$  методом наименьших квадратов составляет  $a = 1,6$ . В таком случае оценка коэффициента  $b$  составит:

- 1) 1.5                                      2) 2                                      3) 2.5                                      4) 3

13. Дополните.

Обработка парных наблюдений количественных признаков  $X$  и  $Y$  дала следующие результаты:  $\bar{x} = 5$ ;  $\bar{y} = 11$ ;  $\overline{x^2} = 29$ ;  $\overline{y^2} = 125$ ;  $\overline{xy} = 58.2$ . Тогда оценка коэффициента корреляции между  $X$  и  $Y$  составит.....

Ответ: 0.689

14. Выберите правильный ответ.

Дан доверительный интервал (4,26; 9,49) для оценки среднего квадратического отклонения нормально распределенного количественного признака. Тогда при увеличении надежности (доверительной вероятности) оценки доверительный интервал может принять вид:

- 1) (4,06; 9,59)  
2) (4,26; 9,61)  
3) (4,14; 9,61)  
4) (4,14; 9,49)

Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности

15. Известны значения наблюдаемого признака и соответствующие частоты.

$x_i$	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3
$n_i$	7	9	28	27	30	26	21	25	22	9	5

15.1. Дополните.

Выборочное среднее равно..... (Округление до третьего знака после запятой).

Ответ: 1.261

15.2. Дополните.

Наблюдаемое значение критерия Пирсона  $\chi_n^2 = 15.491$ . Тогда при уровне значимости  $\alpha = \dots\dots\dots$  и числе степеней свободы  $k = \dots\dots\dots$ , гипотезу о нормальном распределении можно принять.

Ответ:  $\alpha = 0.05$ ,  $k = 8$ .

16. Укажите соответствие.

1.	Фактор	A.	Переменная величина, по предположению, влияющая на результаты эксперимента
2.	Уровень фактора	B.	Фиксированное значение фактора относительно начала отсчета
3.	Основной уровень фактора	C.	Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в безразмерной шкале
4.	Нормализация факторов	D.	Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные значения

5.	Априорное ранжирование факторов	Е.	Метод выбора наиболее важных факторов, основанный на экспертной оценке
6.	Размах варьирования фактора	Ф.	Разность между максимальным и минимальным натуральными значениями фактора в данном плане
7.	Эффект взаимодействия факторов	Г.	Показатель зависимости изменения эффекта одного фактора от уровней других факторов

Ответ: 1А, 2В, 3С, 4D, 5Е, 6F, 7G.

**17. Выберите правильный ответ.**

В теории активного экспериментирования выходную переменную, принято называть

- 1) функцией отклика;
- 2) поверхностью отклика;
- 3) пространством отклика;
- 4) факторным пространством;
- 5) фактором.

### **3.3 Перечень теоретических вопросов к экзамену**

(для оценки знаний)

1. Классификация ошибок измерений.
2. Абсолютная и относительная погрешность.
3. Нормальное распределение погрешностей.
4. Точечные и интервальные оценки параметров теоретических распределений.
5. Средняя квадратическая погрешность.
6. Отбраковка промахов.
7. Доверительные интервалы для измеряемой величины.
8. Выбор числа измерений.
9. Основные понятия, связанные со статистическими гипотезами.
10. Гипотеза о генеральной средней нормального распределения при известном и неизвестном генеральном среднеквадратическом отклонении.
11. Гипотеза о равенстве двух генеральных средних.
12. Гипотеза о равенстве долей альтернативного признака в двух генеральных совокупностях.
13. Непараметрические методы сравнения эмпирических распределений.
14. Критерий Вилкоксона. Ранговый критерий.
15. Определение теоретических частот для случая нормального распределения.
16. Проверка гипотезы о нормальном распределении.
17. Гипотеза о равенстве генеральных дисперсий.
18. Однофакторный дисперсионный анализ.
19. Многофакторный дисперсионный анализ.
20. Множественный корреляционный анализ.
21. Ранговая корреляция.
22. Корреляционный анализ нечисловых данных.
23. Понятие об автокорреляции и автокорреляционной функции.
24. Множественный регрессионный анализ.
25. Качество регрессии.
26. Определение значимости факторов.
27. Проблема коллинеарности факторов.
28. Нелинейный регрессионный анализ.
29. Планирование эксперимента.
30. Различие научного и промышленного эксперимента.
31. Основные виды задач, решаемых в планировании эксперимента.
32. Понятие плана эксперимента, матрицы планирования, спектра плана.
33. Этапы планирования эксперимента.
34. Основные концепции современного подхода к организации эксперимента.
35. Прямые и косвенные измерения.

36. Критерии оценки грубых погрешностей.
37. Понятие фактора. Требования к факторам.
38. Метод наименьших квадратов (МНК) и его применение для однофакторного эксперимента.
39. Симметричный и равномерный план для однофакторного эксперимента.
40. Проверка адекватности полученного уравнения.
41. Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай.
42. Отклик системы, параметр оптимизации.
43. Пассивные и активные эксперименты.
44. Объект исследования. Факторное пространство.
45. План эксперимента. Спектр плана.
46. Регрессионные полиномы. Применение.
47. Условия, необходимые для определения коэффициентов регрессии.
48. Процедура определения локальной области факторного пространства.
49. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
50. Приемы построения матрицы планирования ПФЭ. Свойства.
51. Смешанные оценки в ПФЭ.
52. Оценка эффектов взаимодействия в ПФЭ.
53. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) и принцип насыщения.
54. Построчной дисперсии выходной величины.

### **3.4 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену** (для оценки умений)

**1.** На лабораторных весах выполняются измерения массы некоторого образца. Точность взвешивания известна, она характеризуется значением среднеквадратического отклонения (СКО)  $\sigma(m) = 0.04$  г. Выполнено одно измерение  $m = 2.24$  г. Каковы доверительные границы погрешности при надёжности оценивания (доверительной вероятности)  $\gamma = 0.95$ ?

**2.** Выполнены четырехкратные измерения массы:  $n = 4$ ,  $\bar{m} = 2.24$  г. Как и в задании 1,  $\sigma(m) = 0.04$  г,  $\gamma = 0.95$ . Каковы доверительные границы погрешности результата измерения?

**3.** После проведения серии измерений, описанных в задании 2, оказалось, что весы были подвергнуты профилактическому осмотру и небольшому ремонту. Таким образом, значение  $\sigma(m)$  стало неопределённым, Найденное по результатам измерений значение выборочного исправленного СКО  $s(m) = 0.04$  г. Найти доверительные границы погрешности результата измерения при  $\gamma = 0.95$ .

**4.** Погрешность измерения величины  $A$  характеризуется СКО  $\sigma(A) = 0.2$ . Какое минимальное число измерений  $A$  следует выполнить, чтобы погрешность результата измерения не превышала 0,1 при  $\gamma = 0.95$ ?

**5.** На педсовете учитель математики заявил, что средняя оценка его учеников на вступительных экзаменах в вуз по математике равна 4.5. Для проверки этого утверждения была собрана информация о 81 абитуриенте (репрезентативная выборка). Их средняя оценка составила 4.17. Опровергается ли утверждение учителя этим результатом? Экзаменационная оценка имеет нормальное распределение с СКО 0.5 балла. (Проверить гипотезу о равенстве средней оценки 4,5 при уровнях значимости  $\alpha = 0.05$  и  $\alpha = 0.001$ ).

**6.** При приёме токарей на работу начальник цеха придерживается следующего правила: средняя производительность труда токаря должна быть не меньше 50 деталей за смену. Токарь-стажёр отработал 6 дней, и его производительность составила: в понедельник – 42, во вторник – 55, в среду – 48, в четверг – 47, в пятницу – 50, в субботу – 52 детали. Можно ли принять этого токаря на работу? (Проверить гипотезу о том, что средняя производительность данного токаря составляет величину не менее 50 деталей за смену при уровне значимости  $\alpha = 0.05$ ).

**7.** В сборочном цехе, поочередно работают две бригады. Каждая их них отработала по 100 дней. В дни работы 1-ой бригады оказывалось в среднем за смену 36 бракованных изделий,

в дни работы 2-ой бригады – 38 изделий. При этом выборочные дисперсии числа бракованных изделий составили соответственно  $12 \text{ изд}^2$  и  $13 \text{ изд}^2$ . Можно ли считать различие качества работы двух бригад незначимым? (Проверить гипотезу о равенстве средних при уровне значимости  $\alpha = 0.02$ ).

8. По предположению разработчика игрового автомата вероятность выигрыша равна 0.01. Для проверки проведено 500 испытаний автомата, выигрыш был 8 раз. Не говорит ли это о том, что вероятность выигрыша превышает заявленную величину? Проверить гипотезу разработчика на уровне значимости 0.05.

9. Для сравнения качества работы двух технологических линий исследовано 1000 деталей, произведённых на первой линии, 2000 деталей, произведённых на второй линии. Брак обнаружен в 1.6% случаев для первой выборки и в 1.2% случаев для второй выборки. Можно ли считать различие качества работы двух технологических линий незначимым? (Проверить гипотезу о равенстве долей при уровне значимости  $\alpha = 0.01$ ).

10. Требуется сравнить точность работы двух станков по выборкам значений контролируемого размера детали. Выборка с 1-го станка: 8.1, 7.8, 8.0, 8.2, 8.1, 8.1, 7.9, 7.8. Выборка со 2-го станка: 7.9, 7.7, 8.3, 8.5, 8.0. Можно ли на уровне значимости  $\alpha = 0.01$  считать точность станков одинаковой, если принять в качестве конкурирующей гипотезы  $H_1 : D(X) > D(Y)$ ?

### 3.5 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. На лабораторных весах выполняются измерения массы некоторого образца. Точность взвешивания известна, она характеризуется значением среднеквадратического отклонения (СКО)  $\sigma(m) = 0.04$  г. Выполнено одно измерение  $m = 2.24$  г. Каковы доверительные границы погрешности при надёжности оценивания (доверительной вероятности)  $\gamma = 0.95$ ?

2. Выполнены четырехкратные измерения массы:  $n = 4$ ,  $\bar{m} = 2.24$  г. Как и в задании 1,  $\sigma(m) = 0.04$  г,  $\gamma = 0.95$ . Каковы доверительные границы погрешности результата измерения?

3. После проведения серии измерений, описанных в задании 2, оказалось, что весы были подвергнуты профилактическому осмотру и небольшому ремонту. Таким образом, значение  $\sigma(m)$  стало неопределённым, Найденное по результатам измерений значение выборочного исправленного СКО  $s(m) = 0.04$  г. Найти доверительные границы погрешности результата измерения при  $\gamma = 0.95$ .

4. Погрешность измерения величины  $A$  характеризуется СКО  $\sigma(A) = 0.2$ . Какое минимальное число измерений  $A$  следует выполнить, чтобы погрешность результата измерения не превышала 0,1 при  $\gamma = 0.95$ ?

5. На педсовете учитель математики заявил, что средняя оценка его учеников на вступительных экзаменах в вуз по математике равна 4.5. Для проверки этого утверждения была собрана информация о 81 абитуриенте (репрезентативная выборка). Их средняя оценка составила 4.17. Опровергается ли утверждение учителя этим результатом? Экзаменационная оценка имеет нормальное распределение с СКО 0.5 балла. (Проверить гипотезу о равенстве средней оценки 4,5 при уровнях значимости  $\alpha = 0.05$  и  $\alpha = 0.001$ ).

6. При приёме токарей на работу начальник цеха придерживается следующего правила: средняя производительность труда токаря должна быть не меньше 50 деталей за смену. Токарь-стажёр отработал 6 дней, и его производительность составила: в понедельник – 42, во вторник – 55, в среду – 48, в четверг – 47, в пятницу – 50, в субботу – 52 детали. Можно ли принять этого токаря на работу? (Проверить гипотезу о том, что средняя производительность данного токаря составляет величину не менее 50 деталей за смену при уровне значимости  $\alpha = 0.05$ ).

7. В сборочном цехе, поочередно работают две бригады. Каждая их них отработала по 100 дней. В дни работы 1-ой бригады оказывалось в среднем за смену 36 бракованных изделий, в дни работы 2-ой бригады – 38 изделий. При этом выборочные дисперсии числа бракованных

изделий составили соответственно 12 изд<sup>2</sup> и 13 изд<sup>2</sup>. Можно ли считать различие качества работы двух бригад незначимым? (Проверить гипотезу о равенстве средних при уровне значимости  $\alpha = 0.02$ ).

8. По предположению разработчика игрового автомата вероятность выигрыша равна 0.01. Для проверки проведено 500 испытаний автомата, выигрыш был 8 раз. Не говорит ли это о том, что вероятность выигрыша превышает заявленную величину? Проверить гипотезу разработчика на уровне значимости 0.05.

9. Для сравнения качества работы двух технологических линий исследовано 1000 деталей, произведённых на первой линии, 2000 деталей, произведённых на второй линии. Брак обнаружен в 1.6% случаев для первой выборки и в 1.2% случаев для второй выборки. Можно ли считать различие качества работы двух технологических линий незначимым? (Проверить гипотезу о равенстве долей при уровне значимости  $\alpha = 0.01$ ).

10. Требуется сравнить точность работы двух станков по выборкам значений контролируемого размера детали. Выборка с 1-го станка: 8.1, 7.8, 8.0, 8.2, 8.1, 8.1, 7.9, 7.8. Выборка со 2-го станка: 7.9, 7.7, 8.3, 8.5, 8.0. Можно ли на уровне значимости  $\alpha = 0.01$  считать точность станков одинаковой, если принять в качестве конкурирующей гипотезы  $H_1 : D(X) > D(Y)$ ?

#### 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	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования

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 экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).




Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

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.

### Образец экзаменационного билета

	<b>Экзаменационный билет № 1</b> <b>по дисциплине «Математические методы обработки данных»</b>	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____																																																																		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точечные оценки параметров теоретических распределений.</li> <li>2. Принцип построения матрицы планирования ПФЭ.</li> <li>3. По двум рядам измерений одинакового объема (<math>n = 12</math>), выполненных двумя приборами, найдены <math>s^2(x_2) = 5.7</math>, <math>s^2(x_1) = 3.9</math>. При уровне значимости 0.02 проверить гипотезу <math>H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2</math> при <math>H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2</math>.</li> <li>4. Для одного предприятия имеются данные по количеству уволенных сотрудников мужского <math>x</math> и женского <math>Y</math> пола в течение шести месяцев:           <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Месяцы</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Женщины</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Мужчины</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Предполагается линейная зависимость между <math>x</math> и <math>Y</math> вида <math>Y = \alpha_0 + \alpha_1 x</math> Постройте уравнение линейной регрессии и сделайте вывод о наличии или отсутствии у руководства данного предприятия политики дискриминации по половому признаку.</p> </li> <li>5. Пусть каждой точке факторного пространства, которой соответствует одна из строк матрицы планирования, проводится серия из 3 опытов.           <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th><math>n</math></th> <th><math>X_0</math></th> <th><math>X_1</math></th> <th><math>X_2</math></th> <th><math>X_1 X_2</math></th> <th><math>y_{1i}</math></th> <th><math>y_{2i}</math></th> <th><math>y_{3i}</math></th> <th><math>\bar{y}_i</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>43</td> <td>35</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>90</td> <td>86</td> <td>94</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>10</td> <td>16</td> <td>16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>56</td> <td>54</td> <td>58</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Дополнить таблицу средними значениями <math>\bar{y}_i</math>. Проверить воспроизводимость опытов по критерию Кохрена. Табличное значение критерия Кохрена принять равным 0,684. Для вычисления построчных дисперсий воспользоваться функцией ДИСП. В ответе записать значения построчных дисперсий, вычисленное значение критерия Кохрена и вывод об однородности дисперсий.</p> </li> </ol>			Месяцы	1	2	3	4	5	6	Женщины	2	3	3	2	6	5	Мужчины	4	5	3	4	3	3	$n$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1 X_2$	$y_{1i}$	$y_{2i}$	$y_{3i}$	$\bar{y}_i$	1	+1	-1	-1	+1	43	35	48		2	+1	+1	-1	-1	90	86	94		3	+1	-1	+1	-1	10	16	16		4	+1	+1	+1	+1	56	54	58	
Месяцы	1	2	3	4	5	6																																																														
Женщины	2	3	3	2	6	5																																																														
Мужчины	4	5	3	4	3	3																																																														
$n$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1 X_2$	$y_{1i}$	$y_{2i}$	$y_{3i}$	$\bar{y}_i$																																																												
1	+1	-1	-1	+1	43	35	48																																																													
2	+1	+1	-1	-1	90	86	94																																																													
3	+1	-1	+1	-1	10	16	16																																																													
4	+1	+1	+1	+1	56	54	58																																																													