

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра высшей математики**

**Авторы-составители: Полосков Игорь Егорович  
Бабушкина Елена Вадимовна**

Рабочая программа дисциплины  
**ТЕОРИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**  
Код УМК 59498

Утверждено  
Протокол №1  
от «30» августа 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Теория планирования эксперимента

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Системное программирование и компьютерные технологии

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Теория планирования эксперимента** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Системное программирование и компьютерные технологии)

**ПК.2** способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

**ПК.9** способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Системное программирование и компьютерные технологии)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Теория планирования эксперимента. Первый семестр**

#### **1. Проверка основных статистических гипотез. Анализ зависимостей.**

**Основные понятия теории проверки статистических гипотез. Основной алгоритм проверки статистической гипотезы. Проверка гипотез о параметрах нормального распределения. Анализ зависимостей на основе экспериментальных данных**

Основные термины и определения. Критерий Стьюдента сравнения результатов опыта с эталоном (гипотеза о среднем генеральной совокупности). Сравнение двух экспериментальных значений (гипотеза о равенстве средних двух генеральных совокупностей). Критерий Фишера сравнения дисперсий. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Критерий Хи-квадрат.

#### **2. Математический аппарат регрессионного и дисперсионного анализа**

**Линейная модель множественной регрессии. Метод наименьших квадратов. Основные гипотезы**

Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Коэффициент детерминации. Скорректированный коэффициент детерминации. Сравнение различных моделей. Проверка гипотезы о значимости параметров модели. Проверка гипотезы о значимости модели в целом.

**Классические модели однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа**  
Однофакторная и двухфакторная модели дисперсионного анализа. Оценивание дисперсии отклика. Гипотезы о значимости влияния уровней фактора на отклик.

#### **3. Общие сведения. Основная терминология, используемая в теории планирования эксперимента**

##### **Основные понятия и определения**

Опыт. Эксперимент. Факторы. Факторное пространство. Область экспериментирования. Целевая функция. План эксперимента. Ограничения. Модель.

##### **Ошибки воспроизводимости. Доверительные интервалы. Промахи**

Ошибки воспроизводимости. Ошибки опытов. Параллельные опыты. Точечные оценки. Доверительные интервалы. Промахи.

#### **4. Полный и дробный факторный эксперименты**

**План полного факторного эксперимента. Свойства планов ПФЭ. Специфика построения и анализа моделей ПФЭ**

Свойства планов ПФЭ. Исследование уравнений регрессии, полученных с помощью полного факторного эксперимента. Интерпретация коэффициентов модели.

##### **Оптимизация линейных моделей, полученных при реализации планов экспериментов**

Метод крутого восхождения по поверхности отклика  
Оптимизация модели с линейным ограничением. Линейное программирование.

##### **Крутое восхождение по поверхности отклика**

Метод крутого восхождения (наискорейшего спуска). Рекомендации по использованию метода при оптимизации линейных моделей.

### **Оптимизация моделей с ограничением**

Оптимизация линейных моделей с ограничением. Наглядная интерпретация получения решения методом линейного программирования (графический метод)

### **Дробный факторный эксперимент. Система смещения коэффициентов. Насыщенные планы**

Специфика использования методов дробного факторного эксперимента. Система смещения коэффициентов в ДФЭ. Насыщенные планы.

## **5. Нелинейные планы**

### **Получение и анализ нелинейных моделей в теории планирования эксперимента**

Построение полного факторного плана для нелинейных моделей. Построение нелинейных моделей, их анализ и оптимизация.

## **6. Применение дисперсионного анализа при планировании и обработке результатов эксперимента**

### **Построение моделей многофакторного дисперсионного анализа на основе латинских и греко-латинских квадратов. Анализ моделей. Оптимизация отклика**

Латинский и греко-латинский квадрат. Построение моделей на основе многофакторных планов, их анализ и оптимизация.

## **Итоговое контрольное мероприятие**

Итоговое контрольное мероприятие представляет собой комплексное задание, позволяющее оценить знания умения и навыки, приобретенные обучающимися в ходе освоения дисциплины " Теория планирования эксперимента". Задание состоит из двух частей : теоретической и практической. В теоретической части предлагается ряд понятий и определений, используемых в теории планирования эксперимента. Вторая часть позволяет продемонстрировать умения и навыки, связанные с построением планов экспериментов, построением моделей на основе планов, анализом полученных моделей, прогнозированием на основе построенных моделей и интерпретацией результатов.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Магнус Я. Р.,Катышев П. К.,Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс:учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям/Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий.-Москва:Дело,2001, ISBN 5-7749-0055-Х.-400.-Библиогр.: с. 390-394
2. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента/Ю. П. Адлер.-Москва:Металлургия,1969.-157.- Библиогр.: с. 143-151
3. Бродский В. З. Введение в факторное планирование эксперимента/В. З. Бродский.- Москва:Наука,1976.-223.

### Дополнительная:

1. Бочаров П. П.,Печинкин А. В. Теория вероятностей и математическая статистика:учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика", "Прикладная математика и информатика", специальностям "Физика", "Прикладная математика"/П. П. Бочаров, А. В. Печинкин.- Москва:ФИЗМАТЛИТ,2005, ISBN 5-9221-0633-3.-296.-Библиогр. в конце разд.
2. Мецик М.С. Методы обработки экспериментальных данных и планирование эксперимента по физике:учеб. пособие/М. С. Мецик.-Иркутск:ИГУ,1981.-111.
3. Никитина Е. П. Планирование и анализ эксперимента. Модели третьего порядка/Е. П. Никитина.- Москва:Издательство Московского государственного университета,1976.-118.-Библиогр.: с. 115-118



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru> Общероссийский математический портал

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Теория планирования эксперимента** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме online в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение;

- офисный пакет приложений Apache OpenOffice;
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов Adobe Acrobat Reader DC;
- программа просмотра интернет контента (браузер) Google Chrome;
- офисный пакет приложений LibreOffice.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, .

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской. Самостоятельная работа студентов должна быть обеспечена аудиторией, оснащенной компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Теория планирования эксперимента**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>Знать современный математический аппарат для решения задач, связанных с обработкой статистического эксперимента и уметь его применять для решения практических задач. Понимать и владеть навыками статистического анализа экспериментальных данных.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает современный математический аппарат для решения задач, связанных с обработкой статистического эксперимента и не умеет его применять для решения практических задач. Не понимает и не владеет навыками статистического анализа экспериментальных данных.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет разрозненные, не системные знания о современном математическом аппарате для решения задач, связанных с обработкой статистического эксперимента. и частично умеет его применять для решения практических задач. Понимает, но не в полной мере владеет навыками статистического анализа экспериментальных данных.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает современный математический аппарат для решения задач, связанных с обработкой статистического эксперимента. и умеет его применять для решения практических задач. Понимает и владеет навыками статистического анализа экспериментальных данных, однако совершает при этом незначительные ошибки.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает современный математический аппарат для решения задач, связанных с обработкой статистического эксперимента. и умеет его применять для решения практических задач. Понимает и в полной мере владеет навыками статистического анализа экспериментальных данных.</p>
<p><b>ПК.9</b></p>	<p>Уметь составлять план</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p>способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p>выполняемой работы, владеть навыками планирования необходимых для выполнения работы ресурсов, оценивать результаты собственной работы</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>  Не умеет составлять план выполняемой работы, не владеет навыками планирования необходимых для выполнения работы ресурсов, оценивать результаты собственной работы.</p> <p><b>Удовлетворительн</b>  Умеет составлять план выполняемой работы, частично владеет навыками планирования необходимых для выполнения работы ресурсов, оценивать результаты собственной работы.</p> <p><b>Хорошо</b>  Умеет составлять план выполняемой работы, владеет навыками планирования необходимых для выполнения работы ресурсов, оценивать результаты собственной работы, однако совершает незначительные ошибки.</p> <p><b>Отлично</b>  Умеет составлять план выполняемой работы, владеет навыками планирования необходимых для выполнения работы ресурсов, оценивать результаты собственной работы.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	2. Математический аппарат регрессионного и дисперсионного анализа <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Построение модели множественной регрессии. Метод наименьших квадратов. Проверка гипотезы о значимости коэффициентов модели регрессии. Проверка гипотезы о значимости модели регрессии. Коэффициент детерминации. Подбор наилучшей статистической модели регрессии. Построение модели однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа. Проверка гипотезы о значимости влияния факторов на результаты эксперимента.
<b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат <b>ПК.9</b> способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы	4. Полный и дробный факторный эксперименты <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Построение плана полного и дробного факторного эксперимента, построение модели полного и дробного факторного эксперимента факторного эксперимента. Проверка гипотез о значимости влияния факторов, Проверка гипотез о значимости модели полного и дробного факторного эксперимента. Оптимизация модели. Интерпретация результатов оптимального планирования.

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> <p><b>ПК.9</b> способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p>5. Нелинейные планы</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Построение плана для модели второй степени. Особенности построения модели второй степени. Проверка гипотезы о значимости влияния факторов. Проверка гипотезы о значимости модели.</p>
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> <p><b>ПК.9</b> способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p>6. Применение дисперсионного анализа при планировании и обработке результатов эксперимента</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Построение плана на основе греко-латинского квадрата. Построение модели четырехфакторного эксперимента. Проверка гипотезы о значимости влияния факторов. Построение окончательной модели. Оптимизация построенной модели. Интерпретация результатов и прогнозирование на основе построенной оптимальной модели.</p>
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> <p><b>ПК.9</b> способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Полный факторный эксперимент. Построение модели и ее оптимизация с ограничением. Система смешения коэффициентов в дробном факторном эксперименте. Насыщенные планы. Нелинейные планы. Построение модели на основе нелинейных планов. Схема анализа планов многофакторного дисперсионного анализа.</p>

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **2. Математический аппарат регрессионного и дисперсионного анализа**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Построение модели однофакторного дисперсионного анализа. Проверка гипотезы о значимости влияния фактора на результаты эксперимента. При выполнении задания без ошибок ставиться максимальный балл, равный 5, при наличии несущественных арифметических ошибок, не приводящих к искажению выводом балл уменьшается до 3. В случае наличия ошибок в расчетах, приведших к искаженным выводам ставиться балл, равный 0.	5
Построение модели двухфакторного дисперсионного анализа. Проверка гипотезы о значимости влияния факторов на результаты эксперимента. При выполнении задания без ошибок ставиться максимальный балл, равный 5, при наличии несущественных арифметических ошибок, не приводящих к искажению выводом балл уменьшается до 3. В случае наличия ошибок в расчетах, приведших к искаженным выводам ставиться балл, равный 0	5
Построение модели множественной регрессии. Метод наименьших квадратов. При выполнении задания без ошибок ставиться максимальный балл, равный 4, при наличии несущественных арифметических ошибок, уменьшается до 3. В случае наличия ошибок, приведших к построению неверной модели, ставить балл, равный 0.	4
Вычисление коэффициента детерминации. Подбор наилучшей статистической модели регрессии. В случае выполнения задания без ошибок, ставиться максимальный балл, равный 2, в противном случае, балл, равный 0	2
Проверка гипотезы о значимости коэффициентов модели регрессии. При выполнении задания без ошибок ставиться максимальный балл, равный 2, при наличии несущественных арифметических ошибок, не приводящих к искажению выводом балл уменьшается до 1. В случае наличия ошибок в расчетах, приведших к искаженным выводам ставиться балл, равный 0.	2
Проверка гипотезы о значимости модели регрессии. При выполнении задания без ошибок ставиться максимальный балл, равный 2, при наличии несущественных арифметических ошибок, не приводящих к искажению выводом балл уменьшается до 1. В случае наличия ошибок в расчетах, приведших к искаженным выводам ставиться балл, равный 0.	2

#### **4. Полный и дробный факторный эксперименты**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Оптимизация модели дробного факторного эксперимента с ограничением. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 3, Если содержательная интерпретация не выполнена, балл снижается до 2, в случае наличия несущественных арифметических ошибок и выполнения содержательной интерпретации результат ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл,	3

равный 0	
Построение модели дробного факторного эксперимента на основе плана. При наличии ошибок, ставится балл, равный 1.	2
Построение системы смещения коэффициентов в модели дробного факторного эксперимента. В случае отсутствия системы смещения коэффициентов ставиться балл, равный 0.	2
Проверка гипотезы о значимости модели. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 2, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	2
Оптимизация модели полного факторного эксперимента методом крутого восхождения. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 2, Если содержательная интерпретация не выполнена, балл снижается до 1, в случае наличия несущественных арифметических ошибок и выполнения содержательной интерпретации результат ставится балл, равный 0,5. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	2
Построение модели полного факторного эксперимента на основе плана. При наличии ошибок, ставиться балл, равный 1.	2
Проверка гипотез о значимости влияния факторов в моделях полного и дробного факторного эксперимента. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 2, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	2

## 5. Нелинейные планы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Построение плана эксперимента для формирования модели второй степени. Отсутствие плана, влечёт к получению балла, равного 0.	2
Построение модели второй степени. В случае построения модели с учетом всех особенностей, ставится балл, равный 2, в случае наличия арифметических ошибок, либо при наличии построенной вспомогательной модели, ставится балл, равный 1. В противном случае, ставится балл, равный 0.	2
Прогнозирование на основе построенной модели. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 2, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии	2



существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	
Проверка гипотезы о значимости модели. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 2, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	2
Проверка гипотезы о значимости влияния факторов. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 2, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	2

## **6. Применение дисперсионного анализа при планировании и обработке результатов эксперимента**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Построение модели четырехфакторного эксперимента. Выполнение расчетов без ошибок - максимальный балл, равный 5. Построение модели с незначительными арифметическими ошибками - 3 балла, выполнение расчетов со значительными ошибками, которые влекут искажение результата при выполнении содержательной интерпретации - 0 баллов.	5
Оптимизация построенной модели. Выполнение процедуры оптимизации - 4 балла, отсутствие процедуры оптимизации - 0 баллов.	4
Прогнозирование на основе построенной оптимальной модели. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 4, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 2. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	4
Проверка гипотезы о значимости влияния факторов. При выполнении задания без ошибок, а также проведения содержательной интерпретации результата, ставится максимальный балл, равный 3, Если содержательная интерпретация не выполнена или присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	3
Интерпретация результатов. Отсутствие содержательной интерпретации - 0 баллов.	2
Построение плана на основе греко-латинского квадрата. При выполнении задания без ошибок, ставится максимальный балл, равный 2, Если присутствуют несущественные арифметические ошибки, ставится балл, равный 1. При наличии существенных ошибок, приведших к искажению результата, ставиться балл, равный 0	2

## **Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Схема анализа планов многофакторного дисперсионного анализа. Полное выполнение работы - 7 баллов, наличие несущественных ошибок при наличии содержательной интерпретации - 5 баллов. Наличие существенных ошибок, приведших к искажению результата при демонстрации знания алгоритма построения модели и проверки ее свойств - 3 балла. В противном случае - 0 баллов.	7
Построение модели полного факторного и ее оптимизация с ограничением. Полное выполнение работы - 7 баллов, наличие несущественных ошибок при наличии содержательной интерпретации - 5 баллов. Наличие существенных ошибок, приведших к искажению результата при демонстрации знания алгоритма построения модели и проверки ее свойств - 3 балла. В противном случае - 0 баллов.	7
Построение модели на основе нелинейных планов. Ее анализ. Полное выполнение работы - 7 баллов, наличие несущественных ошибок при наличии содержательной интерпретации - 5 баллов. Наличие существенных ошибок, приведших к искажению результата при демонстрации знания алгоритма построения модели и проверки ее свойств - 3 балла. В противном случае - 0 баллов.	7
Построение насыщенного плана. Полное выполнение работы - 7 баллов, наличие несущественных ошибок при наличии содержательной интерпретации - 4 балла. Наличие существенных ошибок, приведших к искажению результата при демонстрации знания алгоритма построения модели и проверки ее свойств - 2 балла. В противном случае - 0 баллов.	4
Схема полного факторного эксперимента. Полное выполнение работы - 7 баллов, наличие несущественных ошибок при наличии содержательной интерпретации - 4 баллов. Наличие существенных ошибок, приведших к искажению результата при демонстрации знания алгоритма построения модели и проверки ее свойств - 2 балла. В противном случае - 0 баллов.	4
Система смещения коэффициентов в дробном факторном эксперименте. Применение алгоритма построения системы смещения коэффициентов - 3 балла. Отсутствие умений построения системы смещения коэффициентов - 0 баллов.	3
Построение нелинейного плана. Полное выполнение работы - 3 балла, наличие несущественных ошибок при наличии содержательной интерпретации - 2 балла. Наличие существенных ошибок, приведших к искажению результата при демонстрации знания алгоритма построения модели и проверки ее свойств - 0 баллов.	3