**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Воткинский филиал**
**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**
**высшего образования**
**«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»**
**(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)**

# Рабочая программа

по дисциплине: **Математическая обработка эксперимента**

для специальности: 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация – «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

форма обучения: очная.

Общая трудоемкость дисциплины составляет: **2** зачетных единицы.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 7 | | | |
| **Контактные занятия (всего)** | **32** | 32 | | | |
| В том числе: | | | | | |
| Лекции | **16** | 16 | | | |
| Практические занятия (ПЗ) | | | | | |
| Семинары (С) | | | | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | **16** | 16 | | | |
| **Самостоятельная работа и контроль (всего)** | **40** | 40 | | | |
| В том числе: | | | | | |
| Курсовой проект (работа) | | | | | |
| Расчетно-графические работы/Контрольные работы | | | | | |
| Реферат | | | | | |
| *Другие виды самостоятельной работы* | **40** | 40 | | | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | З | З | | | |
| Общая трудоемкость час<br>зач. ед. | **72**<br>**2** | 72<br>2 | | | |

Кафедра: 83 Ракетостроение

Составитель: Уразбахтина Анжелика Юрьевна, к.т.н., доцент

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» (уровень специалитета) № 1517 от 01.12.2016 (ред. от 13.07.2017) и утверждена на заседании кафедры.

Протокол от 20 апреля 2019 г. №8__

Заведующий кафедрой «Ракетостроение» _____ /Ф.А.Уразбахтин

22 апреля 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН «24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов (уровень специалитета)», специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

_____ Уразбахтин Ф.А.

24 апреля 2019 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова _____ Соловьева Л.Н.

25 апреля 2019 г.

Аннотация к дисциплине **Математическая обработка эксперимента**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Название дисциплины*** | **Математическая обработка эксперимента** | | | | | |
| ***Номер*** | **83** | | ***Академический год*** | **2019/2020** | ***семестр*** | **7** |
| ***кафедра*** | «Ракето-строение» | ***Программа*** | 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов». Специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива» | | | |
| ***Составитель*** | Уразбахтина А. Ю., к.т.н., доцент | | | | | |
| ***Цели и задачи дисциплины, основные темы*** | **Цель:** формирование у обучающихся знаний математических основ обработки натурных и вычислительных экспериментов для получения научно обоснованных и достоверных выводов.<br>**Задачи:** получить представление о методах статистического анализа, об основах статистического контроля качества, о математических методах планирования и обработки эксперимента для решения производственных, эксплуатационных и исследовательских задач.<br>**Знания:** роль математических и естественнонаучных наук; цель и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве; сущность профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения.<br>**Умения:** сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации; обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке; прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций; проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений; использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин.<br>**Навыки:** представлять материалы для оформления патентов на полезные модели; готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты; решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий.<br>**Лекции** (основные темы): Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Способы приближенных вычислений. Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. Планирование эксперимента. Факторный эксперимент. Прикладные программные продукты для математической обработки эксперимента.<br>**Лабораторные работы:** Математическая модель объекта. Планирование эксперимента. Условия испытаний. Обработка результатов эксперимента. Дисперсия, ошибки. Регрессионный анализ. Однородность дисперсий. Адекватность модели. | | | | | |

<table>
<tr><td>Основная литература</td><td colspan="6">1. Ковель А. А. Инженерные аспекты математического планирования эксперимента [Электронный ресурс]: монография. - Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.- 117 с. 2. Математическая обработка результатов исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие /П.В. Медведев, В.А. Федотов.- Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017.- 100 с. 3. Горбунов А. А. Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев .- Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.- 99 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/78761.html 4. Математические основы первичной обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: методические материалы/И.И. Маглеванный, Т.И. Карякина.- Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2015.- 42 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/40738.html. 5. Гребенникова И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие.- Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.- 124 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/66551.html. 6. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие /сост. А.М. Емельянов [и др.]. - Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015.- 93 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/55912.html.</td></tr>
<tr><td>Технические средства</td><td colspan="6">Стандартно оборудованная лекционная аудитория, компьютерный класс. Программные продукты: MS Office или Open Office, SMathStudio</td></tr>
<tr><td>Компетенции</td><td colspan="6">Приобретаются обучающимися при освоении дисциплины</td></tr>
<tr><td>Общекультурные</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td>Обще-профессиональные</td><td colspan="6">ОПК-1 Понимание целей и задач инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения. ОПК-2 Понимание роли математических и естественнонаучных наук и способность к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способность использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей). ОПК-5 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.</td></tr>
<tr><td>Профессиональные</td><td colspan="6">ПК-10 Способность прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций, проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений. ПК-11 Способность обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты. ПК-28 Способность сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Зачетных единиц</td><td rowspan="2">2</td><td>Форма проведения занятий</td><td>Лекции</td><td>Практические занятия</td><td>Лабораторные работы</td><td>Самостоятельная работа</td></tr>
<tr><td>Всего часов</td><td>16</td><td>-</td><td>16</td><td>40</td></tr>
<tr><td>Виды контроля</td><td>Диф.зач /зач/ экз</td><td>КП/КР</td><td>Условие зачета дисциплины</td><td>Получение оценки «зачтено»</td><td>Форма проведения самостоятельной работы</td><td>Подготовка к лабораторным занятиям, аттестациям, и зачету; самостоятельное изучение материала по заданной теме, решение задач</td></tr>
<tr><td>формы</td><td>Зачет</td><td>нет</td></tr>
<tr><td colspan="3">Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины</td><td colspan="4">Высшая математика; Информационные технологии; Программирование на языках высокого уровня; Информатика (Общий курс); Вариационные методы; Основы устройства ракет</td></tr>
</table>

**1. Цели и задачи дисциплины:**

**Цель:** формирование у обучающихся знаний методических основ планирования натурных и вычислительных экспериментов и обработки их результатов для получения научно-обоснованных и достоверных выводов.

**Задачи** дисциплины получить представление:
- о методах статистического анализа,
- об основах статистического контроля качества,
- о математических методах планирования и обработки эксперимента для решения производственных, эксплуатационных и исследовательских задач**.**

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**
- роль математических и естественнонаучных наук;
- цель и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве;
- сущность профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения;

**уметь:**
- сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации;
- обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке;
- прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций;
- проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений;
- использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин;

**владеть навыками:**
- представлять материалы для оформления патентов на полезные модели;
- готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты;
- решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Математическая обработка эксперимента» относится к вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины».

Для изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**
- теорию вероятностей и математическую статистику;
- интегральное и дифференциальное исчисления;
- теорию графов;
- матричные вычисления;

**уметь:**
- проектировать алгоритмы и блок-схемы для решения различного вида задач;

- решать алгебраические линейные и нелинейные уравнения и системы уравнений;
- решать дифференциальные уравнения;
- проектировать информационные модели и структуру БД;
- разрабатывать последовательность решения поставленной задачи с использованием технологий на базе системного подхода;

**владеть:**

- навыками получения информации в среде Интернет и самостоятельной работы с литературными источниками;
- математическими методами аппроксимации аналитических выражений по экспериментальным данным;
- основами структурного программирования на языках высокого уровня;
- навыками работы с офисными программами, табличными редакторами, системами управления базами данных, пакетами для математических вычислений;
- основами умственного труда (запоминать, анализировать, оценивать).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: высшая математика; информационные технологии; программирование на языках высокого уровня; общий курс информатики; вариационные методы; основы устройства ракет.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

#### 3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| № п/п | Знания |
|---|---|
| 1. | Роли математических и естественнонаучных наук. |
| 2. | Цели и задач инженерной деятельности в современной науке и производстве. |
| 3. | О сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения. |

#### 3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| №п/п | Умения |
|---|---|
| 1. | Сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации. |
| 2. | Обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке. |
| 3. | Прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций. |
| 4. | Проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений. |
| 5. | Использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин. |

#### 3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| № п/п | Навыки |
|---|---|
| 1. | Представлять материалы для оформления патентов на полезные модели. |
| 2. | Готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты. |
| 3. | Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. |
| 4. | К приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий. |

### 3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| Компетенции | Знания (№ из 3.1) | Умения (№ из 3.2) | Навыки (№ из 3.3) |
|---|---|---|---|
| **ОПК-1** Понимание целей и задач инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения. | 1, 2, 3 | 1 | - |
| **ОПК-2** Понимание роли математических и естественнонаучных наук и способность к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способность использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей). | 1, 2, 3 | 1, 2 | 1 |
| **ОПК-5** Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. | 1, 2, 3 | 2, 3 | - |
| **ПК-10.** Способность прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций, проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений. | - | 3, 4 | 1 |
| **ПК-11**. Способность обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты. | - | 4, 5 | 1, 2, 3, 4 |
| **ПК-28.** Способность сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации. | - | 4, 5 | 1, 2, 3, 4 |

## 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *лек* | *практ* | *лаб* | *СРС* | |
| 1 | Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. | 7 | 1<br>2 | 2 | | 2 | 5 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. | 7 | 3<br>4 | 2 | | 2 | 5 | Конспекты лекций |
| 3 | Способы приближенных вычислений. | 7 | 5<br>6 | 2 | | 2 | 5 | Отчеты по выполнению лабораторных работ (в эл. виде). Отчеты по выполнению СР. |
| 4 | Формулы численной аппроксимации. | 7 | 7<br>8 | 2 | | 2 | 5 | 1 аттестация |
| 5 | Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. | 7 | 9<br>10 | 2 | | 2 | 5 | |
| 6 | Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. | 7 | 11<br>12 | 2 | | 2 | 5 | Конспекты лекций |
| 7 | Планирование эксперимента. | 7 | 13<br>14 | 2 | | 2 | 4 | Отчеты по выполнению лабораторных работ (в эл. виде). Отчеты по выполнению СР. |
| 8 | Факторный эксперимент. Прикладные программные продукты для математической обработки эксперимента | 7 | 15<br>16 | 2 | | 2 | 4 | 2 аттестация |
| | Зачет, контроль | 7 | 17 | | | | 2 | Вопросы к зачету |
| | **Всего** | **-** | | **16** | **-** | **16** | **40** | |

**4.2. Содержание разделов курса**

| № п/п | Раздел дисциплины | Знания (номер из 3.1) | Умения (номер из 3.2) | Навыки (номер из 3.3) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение. **Основные понятия и классификация задач анализа данных**. Методы и подходы к обработке неопределенных данных. Основные вопросы методологии моделирования. Построение моделей. | 1, 2, 3 | 3 | 1 |
| 2 | **Математическое моделирование и вычислительный эксперимент**. Схема вычислительного эксперимента. Принципы, этапы и методы построения моделей. Этапы решения прикладной задачи и классификация ошибок. Абсолютная и относительная погрешности. Оценка погрешностей значения функции. | 1, 2, 3 | 2, 3 | 1, 2 |
| 3 | **Способы приближенных вычислений** по заданной формуле. Приближенные вычисления по формулам с использованием инструментальных пакетов. | 2 | 1, 2, 3, 4 | 1, 2, 3 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Задачи интерполяции и аппроксимации. Методы аппроксимации функций. Математическая обработка результатов эксперимента. | | | |
| 4. | **Формулы численной аппроксимации** производных. Проблемы численного дифференцирования и интегрирования. Графический способ обработки экспериментальных данных. Аппроксимация полученных зависимостей методом подбора формул. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде линейных функций и квадратного трехчлена. | 1 | 2, 3, 4 | 1, 3 |
| 5. | **Подбор формул по данным опыта** по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде других элементарных функций.<br>Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Приближение функций с помощью инструментальных средств.<br>Теория подобия и размерности и физические модели. Анализ размерностей. | 2 | 1, 2, 3, 4, 5 | 1, 3 |
| 6 | LTM – диаграмма. **Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения**. Выборка и выборочный метод. Статистическая обработка выборочных данных. Анализ одной и двух нормальных выборок. | 1 | 1, 2, 3, 4, 5 | 1, 2, 3, 4 |
| 7 | **Планирование физического эксперимента**. Общие принципы планирования эксперимента. Таблица же-лательности. Параметр оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Понятие фактора экспе-римента. Однофакторный эксперимент и анализ ре-зультатов. Планирование многофакторного экспе-римента. Двухфакторный анализ. Матрица планиро-вания. Однофакторный линейный регрессионный анализ. Независимость признаков. Критерии согласия. | 1 | 2, 3, 4, 5 | 1, 2, 3, 4 |
| 8 | Фактор. Полный **факторный эксперимент**. Дробный факторный эксперимент. Проведение эксперимента. Требования к оборудованию, планированию, экспериментатору, безопасности. Обработка результатов эксперимента. Представление результатов эксперимента с помощью прикладных программ. | 2 | 2, 3, 4, 5 | 1, 2, 4 |

**4.3. Практических занятий учебным планом не предусмотрено**

**4.4. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах**

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторной работы | Трудоемкость |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | **(час)** |
| 1 | 1 | Математическая модель объекта.<br>Задание: разработать математическую модель заданного объекта | 2 |
| 2 | 2 | Планирование эксперимента.<br>Задание: спланировать эксперимент | 2 |
| 3 | 3 | Условия испытаний.<br>Задание: определить условия испытаний объекта и его модели | 2 |
| 4 | 4 | Обработка результатов эксперимента.<br>Задание: Математическая обработка результатов эксперимента | 2 |
| 5 | 5 | Дисперсия, ошибки.<br>Задание: рассчитать значения дисперсии и ошибки (погрешности) проведенного эксперимента | 2 |
| 6 | 6 | Регрессионный анализ.<br>Задание: применить метод регрессионного анализа для обработки результатов эксперимента | 2 |
| 7 | 7 | Однородность дисперсий.<br>Задание: проверить однородность дисперсий | 2 |
| 8 | 8 | Адекватность модели.<br>Задание: оценить адекватность математической модели объекта | 2 |
| | **Всего** | | **16** |

**4.5. Рекомендуемые образовательные технологии**

Для проработки и закрепления лекционного материала по дисциплине «Математическая обработка эксперимента» применяются традиционные технологии (изложение лектором материала) и интерактивные технологии:

| **Технология** |
|---|
| 1. Индивидуальные задания на лабораторные и самостоятельные работы. |
| 2. Защита отчета по самостоятельным работам с докладом и презентацией. |
| 3. Изложение лектором материала с помощью информационных технологий. |

**5. Содержание самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**5.1 Содержание самостоятельной работы.**

На заданную тему выполнить реферат/ доклад / презентацию (по выбору преподавателя).

| **№ п/п** | **№ раздела дисциплины** | **Наименование темы самостоятельной работы** | **Трудоемкость (час)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Классификация математических моделей технических объектов | 5 |
| 2 | 2 | Классификация видов планирования эксперимента | 5 |
| 3 | 3 | Методы описания условий экспериментов | 5 |
| 4 | 4 | Описание методов математической обработки результатов | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | эксперимента | |
| 5 | 5 | Классификация ошибок (погрешностей) проведенного эксперимента и его математической обработки | 5 |
| 6 | 6 | Классификация и примеры разновидностей регрессионного анализа | 5 |
| 7 | 7 | Дисперсии | 4 |
| 8 | 8 | Оценка математических моделей | 4 |
| | Контроль | | 2 |
| | Всего | | **40** |

**5.2. Оценочные средства**, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическая обработка эксперимента»», которое оформлено в виде отдельного документа.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература**

| № п.п | Наименование книги | Год издания |
|---|---|---|
| 1. | Ковель А. А. Инженерные аспекты математического планирования эксперимента [Электронный ресурс]: монография /А.А. Ковель.- Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.- 117 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/66909.html | 2017 |
| 2. | Медведев П. В. Математическая обработка результатов исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие /П.В. Медведев, В.А. Федотов.- Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017.- 100 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/78785.html | 2017 |
| 3. | Горбунов А. А. Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев.- Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.- 99 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/78761.html | 2016 |
| 4. | Маглеванный И. И. Математические основы первичной обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: методические материалы/И.И. Маглеванный, Т.И. Карякина.- Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2015.- 42 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/40738.html | 2015 |
| 5. | Гребенникова И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И. В. Гребенникова.- Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.- 124 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/66551.html | 2015 |
| 6. | Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие /сост. А.М. Емельянов [и др.].- Благовещенск : Дальневосточный государственный | 2015 |

| | | |
|---|---|---|
| | аграрный университет, 2015.- 93 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/55912.html | |

**б) дополнительная литература**

| № п.п | Наименование книги | Год издания |
|---|---|---|
| 1. | Стефанова И. А. Обработка данных и моделирование в математических пакетах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие.- Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.- 44 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/73834.html | 2016 |
| 2. | Математические методы исследования [Электронный ресурс]: сборник задач /сост. Э. Н. Огнева.- Кемерово: Кемеровский государственный институт культуры, 2012.- 43 с.- Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22021.html | 2012 |

**в) программное обеспечение дисциплины:**

1. Microsoft Office 2016.
2. OpenOffice. Свободно распространяемая.
3. SMath Studio Desktop. Версия 0.99.7030. Свободно распространяемая;

**г) учебно-методическое обеспечение дисциплины**

| № п.п | Тема конспекта лекции, наименование лабораторной работы | [Электронный ресурс] Составитель Уразбахтина А.Ю. Доступ свободный |
|---|---|---|
| 1. | Математическая модель объекта. Задание: разработать математическую модель заданного объекта | https://yadi.sk/i/7D5ZL8OevMBU4 |
| 2. | Планирование эксперимента. Задание: спланировать эксперимент | https://yadi.sk/i/KJCfGvi6vinwW и https://yadi.sk/i/_UkRC7wGvioFD |
| 3. | Условия испытаний. Задание: определить условия испытаний объекта и его модели | https://yadi.sk/i/46AGDUgNw8G8T |
| 4. | Обработка результатов эксперимента. Задание: математическая обработка результатов эксперимента | https://yadi.sk/i/er6gErWawa9av |
| 5. | Дисперсия, ошибки. Задание: рассчитать значения дисперсии и ошибки (погрешности) проведенного эксперимента | https://yadi.sk/i/pv3bThdywyZT6 |
| 6. | Регрессионный анализ. Задание: применить метод регрессионного анализа для обработки результатов эксперимента | https://yadi.sk/i/mYlwGo2ZxqTwZ |
| 7. | Однородность дисперсий. Задание: проверить однородность дисперсий | https://yadi.sk/i/zEk5wR8oyaabF |
| 8. | Адекватность модели. Задание: оценить адекватность математической модели объекта | https://yadi.sk/i/GXIwNABEzdAkf |

**д) электронные Интернет - ресурсы**

1) Кузнецова Е.В. Математическое планирование эксперимента. [Электронный ресурс]: доступ свободный http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/kuznecova_e_v__matematicheskoe_planirovanie_eksperimenta.pdf
2) Яворский В.А. Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных. [Электронный ресурс]: доступ свободный http://vihrestruktura.3dn.ru/_ld/0/11_experiment.pdf
3) Математическая обработка результатов инженерного эксперимента: учебное пособие / В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев. Екатеринбург: УрФУ, 2015.- [Электронный ресурс]: Доступ свободный https://media.ls.urfu.ru/Projects/595/uploaded/files/117929_МАТЕМАТИЧЕСКАЯ%20ОБРАБОТКА%20РЕЗУЛЬТАТОВ%20ИНЖЕНЕРНОГО%20ЭКСПЕРИМЕНТА.pdf
4) Абомелик Т.П. Методология планирования эксперимента. [Электронный ресурс]: Доступ свободный http://window.edu.ru/resource/562/74562/files/ulstu2011-115.pdf
5) Антонец И.В., Еремин Н.В. Математическая обработка результатов эксперимента. [Электронный ресурс]: Доступ свободный http://window.edu.ru/resource/998/25998/files/1245.pdf .
6) Карпов А. В. Математическая обработка результатов экспериментов [Электронный ресурс]: методические указания/А.В. Карпов.- Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016.- 24 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/64867.html.

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| №№ п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования |
|---|---|
| 1 | Аудитория №205а. Именная лаборатория АО «Воткинский завод» конструкторско-технологической подготовки производства. Оборудование: Парты, стол преподавателя. Интерактивный комплект: CS-IR-89T + TH682ST + CS-PRS-14W. Ноутбук. Компьютер - 12 шт. |
| 2 | Аудитория №219. Именная лаборатория конструирования и проектирования ракет АО «Воткинский завод». Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Ноутбук. Компьютеры - 13 шт. Телевизор. Стенд (наглядное пособие). |
| 3 | Аудитория №221. Лаборатория информационных технологий. Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Комплект Arduino на 7 рабочих мест. Компьютеры - 13 шт. |
| 4 | Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» |

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД**

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году

| Учебный год | «Согласовано»:<br>заведующий кафедрой, ответственной за РПД<br>(подпись, дата) |
|---|---|
| 2018-2019 | Изменений нет — Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018 г. |
| 2019-2020 | Изменений нет — Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019 г. |
| 2020-2021 | |
| 2021-2022 | |
| 2022-2023 | |
| 2023-2024 | |
| 2024-2025 | |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)
Воткинский филиал
Кафедра Ракетостроения
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
«_20_» _04_2019 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой
_____ Уразбахтин Ф.А.
(подпись)

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Математическая обработка эксперимента**
(наименование дисциплины)

**24.05.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**
(шифр и наименование направления/специальности наименование дисциплины)
**СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ – «РАКЕТЫ С РАКЕТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА»**
(наименование профиля/специализации)

Специалист
Квалификация (степень) выпускника

Воткинск
2019

# Содержание


| Раздел | Стр. |
|---|---|
| Содержание | 2 |
| Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине **Математическая обработка эксперимента** | 3 |
| 1. Зачетно-экзаменационные материалы | 4 |
| 2. Фонд тестовых заданий | 5 |
| 3. Комплекты оценочных средств | 7 |
| 4. Темы для самостоятельной работы | 9 |
| 5. Критерии формирования оценок на зачете | 9 |

Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине

# Математическая обработка эксперимента

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. | ОПК-1, ОПК-5 ОПК-2 | Вопросы/ задачи по лекционному/ практическому материалу |
| 2 | Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. | ОПК-2, ОПК-5 | Вопросы/ задачи по лекционному/ практическому материалу |
| 3 | Способы приближенных вычислений. | ПК-10 ПК-11 | Вопросы/ задачи по лекционному/ практическому материалу |
| 4 | Формулы численной аппроксимации. | ПК-10 ПК-11 | Вопросы/ задачи по лекционному/ практическому материалу |
| 5 | Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. | ПК-10 ПК-11, ПК-28 | Вопросы/ задачи по лекционному/ практическому материалу |
| 6 | Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. | ПК-10 ПК-11, ПК-28 | Вопросы/ задачи по лекционному/ практическому материалу |
| 7 | Планирование эксперимента. | ПК-10 ПК-11, ПК-28 | Отчет по самостоятельным и практическим работам в электронном виде |
| 8 | Факторный эксперимент. Прикладные программные продукты для математической обработки эксперимента | ПК-28 | Вопросы и задачи к зачету |

# 1. Зачетно-экзаменационные материалы

## Перечень контрольных вопросов для проверки остаточных знаний и для проведения зачета.

1. Основные понятия и классификация задач анализа данных.
2. Методы и подходы к обработке неопределенных данных.
3. Основные вопросы методологии моделирования. Построение моделей.
4. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема вычислительного эксперимента.
5. Принципы, этапы и методы построения моделей.
6. Этапы решения прикладной задачи и классификация ошибок. Абсолютная и относительная погрешности. Оценка погрешностей значения функции.
7. Способы приближенных вычислений по заданной формуле. Приближенные вычисления по формулам с использованием инструментальных пакетов.
8. Задачи интерполяции и аппроксимации. Методы аппроксимации функций.
9. Математическая обработка результатов эксперимента: таблицы и разности.
10. Формулы численной аппроксимации производных. Проблемы численного дифференцирования и интегрирования.
11. Графический способ обработки экспериментальных данных. Аппроксимация полученных зависимостей методом подбора формул.
12. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде линейных функций и квадратного трехчлена.
13. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде других элементарных функций.
14. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Приближение функций с помощью инструментальных средств.
15. Теория подобия и размерности и физические модели. Анализ размерностей.
16. LTM – диаграмма. Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения.
17. Выборка и выборочный метод. Статистическая обработка выборочных данных.
18. Анализ одной и двух нормальных выборок.
19. Планирование физического эксперимента. Общие принципы планирования эксперимента. Таблица желательности.
20. Параметр оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации.
21. Понятие фактора эксперимента. Однофакторный эксперимент и анализ результатов.
22. Планирование многофакторного эксперимента. Двухфакторный анализ. Матрица планирования.
23. Однофакторный линейный регрессионный анализ. Независимость признаков. Критерии согласия.
24. Фактор. Полный факторный эксперимент.
25. Фактор. Дробный факторный эксперимент.
26. Проведение эксперимента. Требования к оборудованию, планированию, экспериментатору, безопасности.
27. Обработка результатов эксперимента. Представление результатов эксперимента с помощью прикладных программ.

В вузе действует балльно-рейтинговая система.

Для аттестации (1 и 2) проводится проверка конспекта лекций и отчетов по практическим работам (в электронном виде). Для увеличения количества баллов, по выбору преподавателя, дополнительная аттестация обучающегося может проходить в виде устного опроса, тестирования или в виде письменной контрольной работы.

# 2. Фонд тестовых заданий

В каждом задании нужно выбрать один вариант ответа.

1. Элементом системы называется:
а) часть системы, имеющая локальную цель;
б) неделимая часть системы;
в) часть системы, описываемая элементарным математическим действием;
г) подсистема, в состав которой не входят другие подсистемы.

2. Объект-заместитель объекта-оригинала, предназначенный для получения информации об оригинале, называется
а) моделью;
б) макетом;
в) аналогом;
г) заглушкой.

3. Аналоговые модели основаны на
а) сходстве математических описаний объекта и модели;
б) одинаковой физической природе процессов в объекте и в модели;
в) использовании аналоговых интегральных микросхем;
г) моделировании динамики протекания процесса во времени.

4. Свойство модели, заключающееся в слабой чувствительности результата к изменениям ее параметров, называется
а) непротиворечивостью;
б) реалистичностью;
в) точностью;
г) устойчивостью.

5. Моделью с сосредоточенными параметрами называется
а) модель, параметры которой сосредоточены внутри черного ящика;
б) модель, построенная без использования параметров состояния;
в) модель, параметры которой не зависят от пространственных координат;
г) модель, имеющая один входной и один выходной параметр

6. Показательные функции спрямляются в
а) логарифмическом масштабе;
б) в полулогарифмическом масштабе;
в) в ином функциональном масштабе;

7. Степенные функции спрямляются в
а) логарифмическом масштабе;
б) в полулогарифмическом масштабе;
в) в ином функциональном масштабе;

8. Метод Фурье применим для
а) исследования аналитически заданного переменного периодического сигнала;
б) разложения переменного периодического сигнала, заданного таблично;
в) непериодического во времени сигнала.

## 2.2. Критерии формирования оценок по результатам тестирования:

**- «неудовлетворительно» = 0 баллов к аттестации** - 5 и менее правильных ответов (из 8).
**- «удовлетворительно» = 5 баллов к аттестации** - 6 правильных ответов (из 8).
**- «хорошо» = 8 баллов к аттестации** - 7 правильных ответов (из 8).
**- «отлично» = 10 баллов к аттестации** - 8 правильных ответов (из 8).

# 3. Комплекты оценочных средств

**3.1. Вопросы и задачи к контрольной работе №1** по лекционному материалу на темы «*Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Способы приближенных вычислений*»:

1. Основные понятия и классификация задач анализа данных.
2. Методы и подходы к обработке неопределенных данных.
3. Основные вопросы методологии моделирования. Построение моделей.
4. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема вычислительного эксперимента.
5. Принципы, этапы и методы построения моделей.
6. Этапы решения прикладной задачи и классификация ошибок. Абсолютная и относительная погрешности. Оценка погрешностей значения функции.
7. Способы приближенных вычислений по заданной формуле. Приближенные вычисления по формулам с использованием инструментальных пакетов.
8. Задачи интерполяции и аппроксимации. Методы аппроксимации функций.
9. Математическая обработка результатов эксперимента: таблицы и разности.
10. Формулы численной аппроксимации производных. Проблемы численного дифференцирования и интегрирования.
11. Графический способ обработки экспериментальных данных. Аппроксимация полученных зависимостей методом подбора формул.
12. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде линейных функций и квадратного трехчлена.
13. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде других элементарных функций.
14. Задача. Даны результаты экспериментов зависимости состояния корпусов от диаметров $d_7$ и $d_8$. Обработать результаты данных эксперимента.

Характеристики напряженно-деформированного состояния корпусов гидроцилиндров

| $d_7$, мм | $d_8$, мм | $u_{r_{max}}$, мкм | $\sigma_{i_{max}}$, МПа | $d_7$, мм | $d_8$, мм | $u_{r_{max}}$, мкм | $\sigma_{i_{max}}$, МПа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 22 | 6,70 | 150 | 50 | 67 | 2,60 | 54 |
| 20 | 24 | 3,00 | 65 | 50 | 70 | 2,10 | 51 |
| 20 | 26 | 2,10 | 46 | 50 | 80 | 1,40 | 43 |
| 20 | 28 | 1,60 | 37 | 63 | 65 | 47,00 | 450 |
| 20 | 30 | 1,30 | 31 | 63 | 70 | 10,30 | 100 |
| 20 | 40 | 0,76 | 27 | 63 | 76 | 4,60 | 75 |
| 32 | 34 | 14,00 | 213 | 63 | 82 | 2,80 | 61 |
| 32 | 35 | 9,30 | 128 | 63 | 85 | 2,40 | 56 |
| 32 | 38 | 4,40 | 66 | 63 | 90 | 1,90 | 51 |
| 32 | 41 | 2,90 | 48 | 80 | 82 | 68,00 | 580 |
| 32 | 44 | 2,20 | 45 | 80 | 88 | 12,00 | 120 |
| 32 | 50 | 1,45 | 38 | 80 | 96 | 4,50 | 80 |
| 40 | 42 | 22,00 | 270 | 80 | 100 | 3,40 | 70 |
| 40 | 46 | 6,50 | 78 | 80 | 110 | 2,10 | 55 |
| 40 | 50 | 3,60 | 57 | 80 | 120 | 1,60 | 49 |
| 40 | 54 | 2,40 | 50 | 100 | 102 | 94,00 | 720 |
| 40 | 60 | 1,70 | 43 | 100 | 105 | 29,00 | 210 |
| 40 | 70 | 1,20 | 38 | 100 | 110 | 11,0 | 126 |
| 50 | 52 | 32,00 | 350 | 100 | 120 | 4,10 | 80 |
| 50 | 57 | 7,50 | 83 | 100 | 130 | 2,50 | 63 |
| 50 | 62 | 3,80 | 64 | 100 | 150 | 1,50 | 50 |

В случае проведения аттестации в виде контрольной работы, обучающемуся дается три задания (вопросы или задачи). Вопросы и задачи выбираются случайным образом.

Критерии формирования оценок по результатам контрольной работы:

**- «неудовлетворительно» = 0 баллов к аттестации -** обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
**- «удовлетворительно» = 5 баллов к аттестации -** обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос.

**- «хорошо» = 8 баллов к аттестации -** обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса.
**- «отлично» = 10 баллов к аттестации -** обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

**3.1. Вопросы к контрольной работе** №2 по лекционному материалу на темы «Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения»:

1. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Приближение функций с помощью инструментальных средств.
2. Теория подобия и размерности и физические модели. Анализ размерностей.
3. LTM – диаграмма. Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения.
4. Выборка и выборочный метод. Статистическая обработка выборочных данных.
5. Анализ одной и двух нормальных выборок.
6. Планирование физического эксперимента. Общие принципы планирования эксперимента. Таблица желательности.
7. Параметр оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации.
8. Понятие фактора эксперимента. Однофакторный эксперимент и анализ результатов.
9. Планирование многофакторного эксперимента. Двухфакторный анализ. Матрица планирования.
10. Однофакторный линейный регрессионный анализ. Независимость признаков. Критерии согласия.
11. Фактор. Полный факторный эксперимент.
12. Фактор. Дробный факторный эксперимент.
13. Проведение эксперимента. Требования к оборудованию, планированию, экспериментатору, безопасности.
14. Обработка результатов эксперимента. Представление результатов эксперимента с помощью прикладных программ.
15. Задача. Изучается напряжение при удлинении 300% (функция отклика *y*) резины в зависимости от содержания (в вес. ч.) трех компонентов: серы (*z1*), технического углерода (*z2*) и пластификатора (*z3*). При исследовании влияния серы, технического углерода и пластификатора были выбраны пределы измерения дозировок: для серы - 1,1…2,5 вес. ч., для технического углерода – 45…65 вес. ч., для пластификатора ПН-6 – 2…16 вес. ч. Составить матрицу планирования $2^3$ эксперимента.

В контрольной работе №2 задается три вопроса. Вопросы выбираются случайным образом.

Критерии формирования оценок по результатам контрольной работы:

**- «неудовлетворительно» = 0 баллов к аттестации -** обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
**- «удовлетворительно» = 5 баллов к аттестации -** обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос.
**- «хорошо» = 8 баллов к аттестации -** обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса.
**- «отлично» = 10 баллов к аттестации -** обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

## 4. Темы для самостоятельной работы (СР)

Задание: поиск учебных пособий по заданной теме, использование информации на лабораторных работах, формирование общего отчета по лабораторным и самостоятельным работам. Создание доклада по отчету и презентации.

| Код формируемой компетенции | Наименование темы самостоятельной работы |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **ОПК-1, ОПК-5 ОПК-2** | Классификация и приметы математических моделей технических объектов |
| **ОПК-2, ОПК-5** | Классификация видов планирования эксперимента |
| **ПК-10, ПК-11** | Методы описания условий экспериментов |
| **ПК-10 ПК-11** | Описание методов математической обработки результатов эксперимента |
| **ПК-10 ПК-11, ПК-28** | Классификация ошибок (погрешностей) проведенного эксперимента и его математической обработки |
| **ПК-10 ПК-11, ПК-28** | Классификация и примеры разновидностей регрессионного анализа |
| **ПК-10 ПК-11, ПК-28** | Однородность дисперсий.<br>Задание: проверить однородность дисперсий |
| **ПК-28** | Адекватность модели.<br>Задание: оценить адекватность математической модели объекта |

## 5. Критерии формирования оценок на зачете

Допущенным к зачету считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- выполнивший все лабораторные задания;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценки за выполнение контрольных работ или получивший не менее 30 баллов на каждой аттестации;
- выполнивший отчет о выполнении самостоятельной работы и лабораторных работ.

Оценку «*зачтено*» автоматически получает обучающийся, который (согласно балльно-рейтинговой системе вуза) набрал не менее 65 баллов, иначе обучающийся сдает зачет.

На зачете задается три вопроса. Оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, который развернуто и правильно ответил на два вопроса или ответил на три вопроса с небольшими погрешностями или наводящими вопросами.

## 6. Методика организации текущего контроля

| Вид обучения | Номер контрольной точки (КТ) | Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1) | | | | | | | | Форма и методы контроля КТ | Номер раздела РП с примерными заданиями | Максимальный балл по каждой форме контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | |
| Лекции | 1А | * | * | * | * | | | | | Письменно конт. раб.1 | 6.1 | 15 |
| | 2А | | | | | * | * | * | * | Письменно конт. раб.2 | 6.1 | 15 |
| | 3А | * | * | * | * | * | * | * | * | Устно доп. вопросы | 6.2 | 5 |
| Лабораторные работы | 1А | * | * | * | * | | | | | Работа на занятии Устно доп. вопросы | 6.2 | 5 |
| | 2А | | | | | * | * | * | * | Работа на занятии Устно доп. вопросы | 6.2 | 5 |
| | 3А | * | * | * | * | * | * | * | * | Устно доп. вопросы | 6.1 | 5 |
| Самостоятельная работа | 1А | * | * | * | * | | | | | Устно на лабораторных работах, письменно на конт. раб.1 | 6.1 | 10 |
| | 2А | | | | | * | * | * | * | Устно на лабораторных занятиях, письменно на конт. раб.2 | 6.1 | 10 |
| Посещение занятий | 1А | * | * | * | * | | | | | Журналы посещаемости | - | 5 |
| | 2А | * | * | * | * | * | * | * | * | Журналы посещаемости | - | 5 |
| Зачет | В конце 7 семестра | * | * | * | * | * | * | * | * | Собеседование по контрольным вопросам и защита работ | 6.2 | 20 |
| **Всего баллов** | | | | | | | | | | | **100** | |

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А, 3А – 1, 2, 3 контрольная точка (аттестация