

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»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

*И. А. Давыдов*

16.04 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Математическая обработка эксперимента**  
(наименование – полностью)

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»  
(шифр, наименование – полностью)

направленность (профиль/программа/специализация) «Ракетно-космические композитные конструкции»  
(наименование – полностью)

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетные единицы

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

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

Ф.И.О.(полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 16.04 2021 г. № 8

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

  
16.04 / Ф. А. Уразбахтин  
2021 г.

СОГЛАСОВАНО


Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 15.04 2021 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии  
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»  
(шифр и наименование полностью)

  
15.04 / Ф. А. Уразбахтин  
2021 г.

Руководитель образовательной программы

  
15.04 / Ф. А. Уразбахтин  
2021 г.

Аннотация к дисциплине

<b>Название дисциплины</b>	<b>Математическая обработка эксперимента</b>
<b>Направление (специальность) подготовки</b>	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
<b>Направленность (профиль/программа/специализация)</b>	Ракетно-космические композитные конструкции
<b>Место дисциплины</b>	Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)
<b>Трудоемкость (з.е. / часы)</b>	3 з.е. / 108 часов
<b>Цель изучения дисциплины</b>	Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся знаний методических основ планирования натуральных и вычислительных экспериментов, обработки их результатов для получения научно-обоснованных и достоверных выводов.
<b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</b>	ОПК-7. Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте.
<b>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</b>	Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Прикладные программные продукты для математической обработки результатов экспериментов. 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. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения и космонавтики.
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** освоения дисциплины является формирование у обучающихся знаний методических основ планирования натуральных и вычислительных экспериментов, обработки их результатов для получения научно-обоснованных и достоверных выводов.

### Задачи дисциплины:

- изучить основные понятия и классификацию задач анализа характеристик производства деталей и узлов ракет;
- изучить основные понятия моделирования процесса ракетостроения;
- изучить основные понятия планирования экспериментов в области ракетостроения;
- получить опыт математического моделирования и вычислительного эксперимента;
- получить навыки применения прикладных программных продуктов для математической обработки результатов экспериментов;
- получить навыки использования методов приближенных вычислений и формул численной аппроксимации.

## 2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы

### Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п З	Знать
1.	опыт ракетно-космической отрасли во внедрении новых методов и технологий сборки изделий ракетной техники, а также тематику исследований, проводимых организациями в области ракетостроения
2.	современные средства автоматизации проектирования и методы измерений, контроля, а также инструмент и оборудование, применяемое в агрегатно-сборочном производстве
3.	директивные технологии сборки и испытания новых агрегатов, изделий, а также методику, правила разработки и оформления циклограмм

### Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п У	Уметь
1.	производить анализ (в том числе экономический) лучших отечественных образцов и зарубежных аналогов ракетной техники, а также технико-экономические расчеты для повышения конкурентоспособности создаваемых изделий ракетной техники
2.	применять современные технологии управления персоналом, а также вести деловые переговоры, производить поиск и анализ информации по привлекаемым организациям
3.	разрабатывать технические задания на реконструкцию производственных участков для постановки производства новых изделий, а также исходные данные на реконструкцию и техническое перевооружение агрегатно-сборочного производства

### Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Владеть навыками применения
1.	производить анализ (в том числе экономический) лучших отечественных образцов и зарубежных аналогов ракетной техники, а также технико-экономические расчеты для повышения конкурентоспособности создаваемых изделий ракетной техники
2.	применять современные технологии управления персоналом, а также вести деловые переговоры, производить поиск и анализ информации по привлекаемым организациям
3.	разрабатывать технические задания на реконструкцию производственных участков для постановки производства новых изделий, а также исходные данные на реконструкцию и техническое перевооружение агрегатно-сборочного производства

### Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индексы компетенций	Знания	Умения	Навыки	
ОПК-7. Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте.	ОПК-7.1 опыт ракетно-космической отрасли во внедрении новых методов и технологий сборки изделий ракетной техники, а также тематику исследований, проводимых организациями в области ракетостроения	31			
	ОПК-7.1 современные средства автоматизации проектирования и методы измерений, контроля, а также инструмент и оборудование, применяемое в агрегатно-сборочном производстве		У1		
	ОПК-7.1 директивные технологии сборки и испытания новых агрегатов, изделий, а также методику, правила разработки и оформления циклограмм				Н1
	ОПК-7.2 производить анализ (в том числе экономический) лучших отечественных образцов и зарубежных аналогов ракетной техники, а также технико-экономические расчеты для повышения конкурентоспособности создаваемых изделий ракетной техники	32			
	ОПК-7.2 применять современные технологии управления персоналом, а также вести деловые переговоры, производить поиск и анализ информации по привлекаемым организациям			У2	
	ОПК-7.2 разрабатывать технические задания на реконструкцию производственных участков для постановки производства новых изделий, а также исходные данные на реконструкцию и техническое перевооружение агрегатно-сборочного производства				Н2
	ОПК-7.3 производить анализ (в том числе экономический) лучших отечественных образцов и зарубежных аналогов ракетной техники, а также технико-экономические расчеты для повышения конкурентоспособности создаваемых изделий ракетной техники	33			
	ОПК-7.3 применять современные технологии управления персоналом, а также вести деловые переговоры, производить поиск и анализ информации по привлекаемым организациям			У3	
	ОПК-7.3 разрабатывать технические задания на реконструкцию производственных участков для постановки производства новых изделий, а также исходные данные на реконструкцию и техническое перевооружение агрегатно-сборочного производства				Н3

### 3. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к Обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей): Информатика. Математика. Вариационные методы. Теория вероятности и математическая статистика. Информационные технологии. Теория поиска и принятия решений.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Основы математического моделирования и теории подобия в ракетной технике. Экспериментальная отработка элементов ракетной техники. Экспертные методы прогнозирования конструкций и частей ракеты. Организация и управление машиностроительным производством. Выполнение ВКР.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4. Структура дисциплин

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная				СРС		
				лек	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Прикладные программные продукты для математической обработки результатов экспериментов.	14	7	2	-	2	-	10	[4] [1] [6] [13] [11] Подготовка к защита отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
2.	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	14	7	2	-	2	-	10	[4] [2] [7] [14] Подготовка к защита отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
3.	Способы приближенных вычислений. Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.	26	7	4	-	4	-	18	[4] [3] [8] [13] Подготовка к защита отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету	
4.	Планирование эксперимента. Факторный	26	7	4	-	4	-	18	[1] [5] [9] [14] Подготовка к защита отчетов по СР, отчетов по	

5.	Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения.	26	7	4	-	4	-	18	[1] [6] [10] [12] [13] Подготовка к защитам отчетов по СР, отчетов по лабораторным работам. Подготовка к зачету
6.	<b>Зачет</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,3</b>	<b>1,7</b>	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости или проводится в компьютерном центре
	<b>Всего семестр</b>	<b>108</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>0,3</b>	<b>75,7</b>	

#### 4.1. Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма текущего контроля
1	Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Прикладные программные продукты для математической обработки результатов экспериментов.	ОПК-7	31 32 33	У1 У2 У3	Н2 Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении лабораторной работы
2	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	ОПК-7	31 32	У1 У2 У3	Н2 Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении лабораторной работы
3	Способы приближенных вычислений. Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.	ОПК-7	31 32	У1 У2 У3	Н2 Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении лабораторной работы
4	Планирование эксперимента. Факторный эксперимент.	ОПК-7	31	У1 У2 У3	Н2 Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении лабораторной работы
5	Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения.	ОПК-7	31 32 33	У1 У2 У3	Н1 Н2 Н3	Конспект лекций. Отчет по СР, отчет о выполнении лабораторной работы

#### 4.2. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1.	1.	Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Прикладные программные продукты для математической обработки результатов экспериментов.	2
2.	2.	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	2
3.	3.	Способы приближенных вычислений. Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.	4
4.	4.	Планирование эксперимента. Факторный эксперимент.	4
5.	5.	Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения.	4
<b>Всего семестр</b>			<b>16</b>

#### 4.3. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

*Практических работ учебным планом не предусмотрено*

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

№ п/п	№ раздела дисциплин	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	1.	Классификация задач анализа данных и моделирования. Прикладные программные продукты для математической обработки результатов экспериментов.	2
2.	2.	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	2
3.	3.	Способы приближенных вычислений. Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.	4
4.	4.	Планирование эксперимента. Факторный эксперимент.	4
5.	5.	Построение диаграмм подобия и области их применения. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения.	4
<b>Всего семестр</b>			<b>16</b>

#### 5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

- защиты отчетов о выполнении лабораторных и самостоятельных работ на темы:

- Основные понятия анализа данных.
- Основные понятия моделирования.
- Классификация задач анализа данных.
- Классификация методов моделирования результатов экспериментов.
- Прикладные программные продукты для обработки результатов экспериментов.
- Математическое моделирование обработки результатов экспериментов.
- Вычислительный эксперимент.
- Способы приближенных вычислений.
- Формулы численной аппроксимации.
- Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.
- Планирование эксперимента.
- Факторный эксперимент.



• Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения.

Примечание: Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.

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

### **а) основная литература**

1 Киценко Т. П. Методология, планирование и обработка результатов эксперимента в научных исследованиях: учебно-методическое пособие / Т. П. Киценко, С. В. Лахтарина, Е. В. Егорова. — Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020. — 70 с.— Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93862.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2 Абрамова И. В. Теория планирования эксперимента: учебное пособие / И. В. Абрамова, З. В. Шилова. — Соликамск: Соликамский государственный педагогический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 2020. — 157 с. — ISBN 978-5-91252-120-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/104339.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3 Ахмадиев Ф. Г. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. Ф. Гиззятов. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — 240 с. — ISBN 978-5-7829-0589-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105737.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4 Юдин Ю. В. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Ю. В. Юдин, М. В. Майсурадзе, Ф. В. Водолазский ; под редакцией А. А. Попова. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. — 124 с. — ISBN 978-5-7996-2486-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106473.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5 Любимцева О. Л. Блочное планирование эксперимента и анализ данных: учебное пособие / О. Л. Любимцева. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — 30 с. — ISBN 978-5-528-00276-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80885.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **б) дополнительная литература**

6. Смирнов И. Н. Планирование эксперимента: учебное пособие / И. Н. Смирнов.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 79 с. — ISBN 978-5-7937-1396-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102659.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102659>

7. Ковель А. А. Инженерные аспекты математического планирования эксперимента: монография / А. А. Ковель. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 117 с.— Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].— URL: <https://www.iprbookshop.ru/66909.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8. Кулагина Т. А. Планирование и техника эксперимента: учебное пособие/ Т. А. Кулагина, О. П. Стебелева. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 56 с. — Текст:

электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84298.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Карпов А. В. Математическая обработка результатов экспериментов: методические указания к практическим работам по курсу «Основы научных исследований»/ А. В. Карпов. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016.— 24 с. — Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].— URL: <https://www.iprbookshop.ru/64867.html> (дата обращения: 15.06.2021).— Режим доступа: для авторизир. пользователей

10. Горохов В. Л. Планирование и обработка экспериментов: учебное пособие/ В. Л. Горохов, В. В. Цаплин.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — ISBN 978-5-9227-0608-7.— Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/63623.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Горбунов А. А. Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента: учебное пособие / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 99 с. — ISBN 978-5-7410-1599-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78761.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

12. Сагдеев Д. И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента: учебное пособие/ Д. И. Сагдеев.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 324 с. — ISBN 978-5-7882-2010-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].— URL: <https://www.iprbookshop.ru/79455.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **в) методические указания**

13. Назина Л. И. Планирование и организация эксперимента: лабораторный практикум. Учебное пособие / Л. И. Назина, Л. Б. Лихачева, О. П. Дворянинова. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-00032-408-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88431.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

14. Планирование эксперимента: учебно-методическое пособие и варианты заданий для контрольной работы / составители Т. М. Пугачева. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 66 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90698.html> (дата обращения: 15.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет**

- Библиотечная система ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т.Калашникова [http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
- ЭБС IPRbooks - учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, деловая литература. Ежемесячное пополнение новыми электронными изданиями, периодикой <https://www.iprbookshop.ru/>
- Библиографическая БД <https://elibrary.ru/>
- Платформа SpringerLink SpringerNature <https://rd.springer.com/> и <http://materials.springer.com/>
- База данных zbMath <https://zbmath.org/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/>

#### **д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- Microsoft Office (лицензионное ПО)
- SMathStudio (свободно распространяемое ПО)

- Онлайн - трансляторы алгоритмических языков программирования
- Онлайн – калькуляторы различных типов
- GPSS-world (свободно распространяемое ПО)

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

### **1. Лекционные занятия**

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации для большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

### **2. Лабораторные работы**

Учебные аудитории (ауд. № 219 и № 205, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для лабораторных занятий укомплектована специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

### **3. Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. № 224, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

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»)

## Оценочные средства

по дисциплине

Математическая обработка эксперимента

(наименование – полностью)

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

(шифр, наименование – полностью)

направленность (профиль/программа/специализация) «Ракетно-космические композитные конструкции»

(наименование – полностью)

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных единицы

## 1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

<b>Коды компетенции и индикаторов</b>	<b>Результат обучения (знания, умения и навыки)</b>	<b>Формы текущего и промежуточного</b>
ОПК-7. Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте.	ОПК-7.1 опыт ракетно-космической отрасли во внедрении новых методов и технологий сборки изделий ракетной техники, а также тематику исследований, проводимых организациями в области ракетостроения	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.1 современные средства автоматизации проектирования и методы измерений, контроля, а также инструмент и оборудование, применяемое в агрегатно-сборочном производстве	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.1 директивные технологии сборки и испытания новых агрегатов, изделий, а также методику, правила разработки и оформления циклограмм	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.2 производить анализ (в том числе экономический) лучших отечественных образцов и зарубежных аналогов ракетной техники, а также технико-экономические расчеты для повышения конкурентоспособности создаваемых изделий ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.2 применять современные технологии управления персоналом, а также вести деловые переговоры, производить поиск и анализ информации по привлекаемым организациям	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.2 разрабатывать технические задания на реконструкцию производственных участков для постановки производства новых изделий, а также исходные данные на реконструкцию и техническое перевооружение агрегатно-сборочного производства	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.3 производить анализ (в том числе экономический) лучших отечественных образцов и зарубежных аналогов ракетной техники, а также технико-экономические расчеты для повышения конкурентоспособности создаваемых изделий ракетной техники	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.3 применять современные технологии управления персоналом, а также вести деловые переговоры, производить поиск и анализ информации по привлекаемым организациям	Защита отчетов. Зачет
	ОПК-7.3 разрабатывать технические задания на реконструкцию производственных участков для постановки производства новых изделий, а также исходные данные на реконструкцию и техническое перевооружение агрегатно-сборочного производства	Защита отчетов. Зачет

**Наименование:** зачет

**Перечень вопросов 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.

**Примеры практических заданий (задач) для проведения лабораторных работ и зачета:**

Задача 1. 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	$\sigma_{l_{max}}$ , МПа	$d_7$ , мм	$d_8$ , мм	$u_{r_{max}}$ , мкм	$\sigma_{l_{max}}$ , 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

Задача 2. Изучается напряжение при удлинении 300% (функция отклика  $y$ ) резины в зависимости от содержания (в вес. ч.) трех компонентов: серы ( $z_1$ ), технического углерода ( $z_2$ ) и пластификатора ( $z_3$ ). 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.

**Пример билета на зачет**

Воткинский филиал  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

**Билет к зачету №**  
по дисциплине «Математическая обработка эксперимента»

**Вопрос.** Схема вычислительного эксперимента.

**Задача.**

$x$	1	2	3	4	5	6
$y$	5,2	6,3	7,1	8,5	9,2	10,0

Требуется получить функцию отклика, в виде регрессионного уравнения первого порядка  $\hat{y} = b_0 + b_1x$

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Ракетостроение «            » 20\_\_г

Протокол №  
Зав. кафедрой, д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Ф.А. Уразбахтин

Критерии оценки приведены в разделе 2.

**Наименование:** самостоятельные работы

**Представление в ФОС:** набор вариантов заданий

**Варианты заданий:**

№ раздела дисциплин	Наименование лекций	Варианты тем
1	2	3
1	Введение. Основные понятия и классификация задач анализа данных и моделирования. Прикладные программные продукты для математической обработки результатов экспериментов.	1 Классификация видов планирования эксперимента 2 Верификация экспериментальных данных 3 Обзор прикладных программных продуктов для математической обработки результатов экспериментов
2	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	4 Методы описания условий экспериментов 5 Вычислительный эксперимент 6 Оборудование для снятия и обработки результатов экспериментов
3	Способы приближенных вычислений. Формулы численной аппроксимации. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.	7 Описание методов математической обработки результатов эксперимента. 8 Аппроксимация. 9 Регрессионный анализ. 10 Корреляция. 11 Временные ряды 12 Виды переменных и данных в математической обработке результатов экспериментов
4	Планирование эксперимента. Факторный эксперимент.	13 Классификация ошибок (погрешностей) проведенного эксперимента и его математической обработки 14 Виды факторного эксперимента, отличия, область
5	Основные принципы построения диаграмм подобия и области их применения. Применение математической обработки результатов экспериментов для анализа достижений ракетостроения.	15 Классификация и примеры разновидностей регрессионного анализа 16 Принципы построения диаграмм подобия 17 Методы анализа результатов экспериментов

## 2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Разделы дисциплины	Форма контроля	Количество баллов	
		min	max
1	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	10	15
2	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	10	15
3	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	10	20
4	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	15	20
5	Конспект лекций. Защита отчетов по самостоятельным и лабораторным работам. Ответы на вопросы.	10	20
	Зачет	0	10



	<b>Итого семестр</b>	<b>55</b>	<b>100</b>
--	----------------------	-----------	------------

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

<i>Наименование, обозначение</i>	<i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>
Конспект лекций. Защита отчетов по СР и лабораторным работам. Ответы на вопросы	<p>Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом.</p> <p>Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p> <p>На защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов.</p> <p>Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Правильно решено не менее 50% заданий.</p>

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«зачтено»	65-100
«не зачтено»	0-64

Если сумма набранных баллов менее 54 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 55 до 64 баллов, обучающийся допускается до зачета.

Билет к зачету включает 1 теоретический вопрос и 1 практическое задание (задача).

Промежуточная аттестация проводится в компьютерном зале.

Время на подготовку: 60 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки.

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
«зачтено»	Обучающийся демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, умеет применять его при выполнении конкретных заданий, предусмотренных программой дисциплины, т.е. обучающийся добрал на зачете кол-во баллов так, что их общее кол-во за семестр стало не менее 65.
«не зачтено»	Обучающийся демонстрирует значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение, т.е. обучающийся не смог добрать на зачете кол-во баллов так, чтобы их общее кол-во за семестр стало более 64.