

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 ДИСЦИПЛИНЫ

по дисциплине: Планирование 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			
Аудиторные занятия (всего)	32	32			
В том числе:					
Лекции	16	16			
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	16	16			
Самостоятельная работа (всего) и контроль	40	40			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы/Контрольные работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	40	40			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	3	3			
Общая трудоемкость	72	72			
час	72	72			
зач. ед.	2	2			

Кафедра: 83 Ракетостроение

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

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

Протокол от 25.05. 2020 г. № 9

Заведующий кафедрой



Ф.А. Уразбахтин
25.05. 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану направления 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива».

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива» от 26.05 2020 г. № 2

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



Ф.А.Уразбахтин

26.05 2020 г.

Руководитель образовательной программы



Ф.А. Уразбахтин

26.05 2020 г.

Аннотация к дисциплине - **Планирование эксперимента**

Название дисциплины	Планирование эксперимента					
Номер	83	<i>Академический год</i>		2020/2021	<i>семестр</i>	7
кафедра	Ракето-строение	<i>Программа</i>	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	<p>Цель: формирование у студентов знаний методических основ планирования натуральных и вычислительных экспериментов и обработки их результатов для получения научно обоснованных и достоверных выводов.</p> <p>Задачи: получить представление о методах статистического анализа, об основах статистического контроля качества, о принципах и методах планирования эксперимента для решения производственных, эксплуатационных и исследовательских задач.</p> <p>Знания: роль математических и естественнонаучных наук; цель и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве; сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения.</p> <p>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.</p> <p>Навыки: представлять материалы для оформления патентов на полезные модели; готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты; коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности; к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p> <p>Лекции (основные темы): Организация и планирование экспериментальных работ. Обоснование целесообразности постановки эксперимента. Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели. Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов. Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента Математическое планирование эксперимента. Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Метод крутого восхождения по поверхности отклика.</p> <p>Лабораторные работы: Планирование эксперимента. Факторный эксперимент. Метод крутого восхождения по поверхности отклика.</p>					

Основная литература		1. Ковель А. А. Инженерные аспекты математического планирования эксперимента [Электронный ресурс]: монография.- Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.- 117 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/66909.html . 2. Тихобаев В. М. Математические модели планирования и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие.- Тула: Институт законовдения и управления ВПА, 2018.- 138 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/78623.html . 3. Планирование и обработка экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие /В.Л. Горохов, В.В. Цаплин.- СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.- 88 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/63623.html . 4. Основы планирования экспериментальных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие /М.Л. Шустрова, А. В. Фафурин.- Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.- 84 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/62523.html . 5. Сагдеев Д. И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособи. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.- 324 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/79455.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 .				
Технические средства		Стандартно оборудованная лекционная аудитория, компьютерный класс. Программные продукты: MS Office или Open Office, SMathStudio, среда для программирования на C++.				
Компетенции		Приобретаются обучающимися при освоении дисциплины				
Общекультурные		-				
Общепрофессиональные		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-6 Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.				
Профессиональные		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.				
Зачетных единиц	2	Форма проведения занятий	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
		Всего часов	16	-	16	40
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/КР	Условие зачета дисциплины	Получение оценки «зачтено»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к лабораторным занятиям, аттестациям и зачету, самостоятельное изучение материала на заданную тему, решение задач
формы	Зачет	нет				
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины			Высшая математика; Информационные технологии; Программирование на языках высокого уровня; Информатика (Общий курс); Вариационные методы; Основы устройства ракет			

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель: формирование у обучающихся знаний методических основ планирования натуральных 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 принципах и методах планирования 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;
- коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности;
- к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Планирование 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.	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.	Коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.
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-6. Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.	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 студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лек	практ	лаб	СРС	
1	Введение. Организация и планирование экспериментальных работ.	7	1 2	2		2	5	
2	Обоснование целесообразности постановки эксперимента.	7	3 4	2		2	5	Конспекты лекций
3	Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели.	7	5 6	2		2	5	Отчеты по выполнению лабораторных работ (в эл. виде).

4	Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов.	7	7 8	2		2	5	Отчеты по выполнению СР. 1 аттестация
5	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента.	7	9 10	2		2	5	Конспекты лекций
6	Математическое планирование эксперимента.	7	11 12	2		2	5	Отчеты по выполнению лабораторных работ
7	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.	7	13 14	2		2	4	Отчеты по выполнению СР.
8	Метод крутого восхождения по поверхности отклика.	7	15 16	2		2	4	2 аттестация
	Зачет	7					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. Организация и планирование экспериментальных работ. Задачи эксперимента. Виды экспериментов. Параметры, факторы, критерии, модели. Принятие решений перед планированием.	1, 2, 3	3	1
2	Обоснование целесообразности постановки эксперимента. Статистическая проверка. Гипотезы. Критерии согласия.	1, 2, 3	2, 3	1, 2
3	Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели. Дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализы.	2	1, 2, 3, 4	1, 2, 3
4.	Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов.	1	2, 3, 4	1, 3
5.	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента.	2	1, 2, 3, 4, 5	1, 3
6	Математическое планирование эксперимента. Математическая модель эксперимента.	1	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4
7	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Возвращение назад. Выбор реплик.	1	2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4
8	Метод крутого восхождения по поверхности отклика.	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

№	№ раздела	Наименование лабораторной работы	Трудоем
---	-----------	----------------------------------	---------

п/п	дисциплины		-кость (час)
1	1	Организация и планирование экспериментальных работ. Задание: спланировать эксперимент	2
2	2	Обоснование целесообразности постановки эксперимента. Задание: обосновать целесообразность спланированного эксперимента	2
3	3	Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели. Задание: разработать модель эксперимента	2
4	4	Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов. Задание: провести эксперимент	2
5	5	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента. Задание: обработать результаты и погрешности проведенного эксперимента	2
6	6	Математическое планирование эксперимента. Задание: применить метод математического планирования эксперимента	2
7	7	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Задание: применить факторный эксперимент	2
8	8	Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Задание: применить метод крутого восхождения	2
	Всего		16

4.5. Рекомендуемые образовательные технологии

Для проработки и закрепления лекционного материала по дисциплине «Планирование 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 и программных онлайн - сред

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

5.1. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование тем На заданную тему выполнить реферат/ доклад / презентацию	Трудоёмкость (час)
1	Введение. Организация и планирование экспериментальных работ.	Организация и планирование экспериментальных работ. Классификация методов планирования экспериментов	5
2	Обоснование целесообразности постановки эксперимента.	Обоснование целесообразности постановки эксперимента. Классификация	5

		методов обоснования целесообразности применения экспериментов	
3	Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели.	Выбор метода исследования. Классификация методов исследования жизненного цикла технических объектов	5
4.	Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов.	Установление рациональной последовательности проведения опытов.	5
5.	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента.	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента. Классификация видов погрешностей экспериментов и методов их оценки	5
6	Математическое планирование эксперимента.	Математическое планирование эксперимента.	5
7	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.	Факторный эксперимент. Классификация факторных экспериментов и порядок их применения	4
8	Метод крутого восхождения по поверхности отклика.	Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Порядок применения метода крутого восхождения по поверхности отклика на конкретном примере	4
		Контроль	2
		Итого	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 «Планирование 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.- 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.	Тихобаев, В. М. Математические модели планирования и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие.- Тула: Институт законовещения и управления ВПА, 2018.- 138 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/78623.html	2018
3.	Планирование и обработка экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие /В.Л. Горохов, В.В. Цаплин.- СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.- 88 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/63623.html	2016
4.	Основы планирования экспериментальных исследований	2016

	[Электронный ресурс]: учебное пособие /М.Л. Шустрова, А. В. Фафурин.- Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.- 84 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/62523.html	
5.	Сагдеев Д. И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие.- Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.- 324 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/79455.html	2016
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	2015

б) дополнительная литература

№ п.п	Наименование книги	Год издания
1.	Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев.- Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013.- 154 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/62219.html	2013
2.	Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова.- Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.- 73 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/28403.html	2013
3.	Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: практикум /сост. И. А. Ленивкина.- Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2012.- 60 с.- Режим доступа по логину и паролю: http://www.iprbookshop.ru/64760.html	2012

в) программное обеспечение дисциплины

1. Microsoft Office 2016.
2. OpenOffice.
3. SMathStudio.
4. Microsoft Visual Studio Community 2017;

г) учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Планирование эксперимента: метод. указ. /Н.Н. Хрисанов. – Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2016. - 40 с. [Электронный ресурс]: режим доступа – свободный: http://vt.samgtu.ru/%2Fattachments%2Farticle%2F235%2FXрисанов_Планирование_эксперимента.pdf.

2. Е.В. Кузнецова Математическое планирование эксперимента. [Электронный ресурс]: режим доступа – свободный:
http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/kuznecova_e_v_matematicheskoe_planirovanie_eksperimenta.pdf.
3. Планирование и организация эксперимента: практикум/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Биолого-технолог. фак-т; сост. И. А. Ленивкина. – Новосибирск, 2015 – 54 с. [Электронный ресурс]: режим доступа свободный <https://yadi.sk/i/-RsmZj0kG-J0Vg>.
4. А.Н. Гайдадин, С.А. Ефремова Применения полного факторного эксперимента при проведении исследований. [Электронный ресурс]: режим доступа – свободный:
<http://lit.vstu.ru/ucheba/Metodiki/pfe.pdf>.
5. Яворский В.А. Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных. [Электронный ресурс]: режим доступа – свободный:
https://mipt.ru/dbmp/upload/d32/experiment_2011-arphlf43od3.pdf.

д) электронные Интернет - ресурсы

1. Абомелик Т.П. Методология планирования эксперимента. [Электронный ресурс]: режим доступа свободный <http://window.edu.ru/resource/562/74562/files/ulstu2011-115.pdf>
2. Реброва И.А. Планирование эксперимента. [Электронный ресурс]: режим доступа свободный <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD38.pdf>
3. Кузнецова Е.В. Математическое планирование эксперимента. Учебно-методическое пособие. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2011 – 35 с. [Электронный ресурс]: режим доступа свободный <https://yadi.sk/i/z1iqMuGJDrEorQ>

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 + TN682ST + 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»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись, дата):
2018-2019	<i>Изменений нет</i> <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018г.
2019-2020	<i>Изменений нет</i> <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины «Планирование эксперимента» утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)
2018- 2019	
2019- 2020	
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)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПЛАНИРОВАНИЕ 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

2017

Содержание

Раздел	Стр.
Содержание	2
Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА	3
1. Зачетно-экзаменационные материалы	4
2. Фонд тестовых заданий	4
3. Комплекты оценочных средств	8
4. Темы для самостоятельной работы	10
5. Критерии формирования оценок на зачете	11

Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Организация и планирование экспериментальных работ.	ОПК-1, ОПК-6 ОПК-2	Вопросы/ задачи по лекционному/ лабораторному материалу
2	Обоснование целесообразности постановки эксперимента.	ОПК-2, ОПК-6	Вопросы/ задачи по лекционному/ лабораторному материалу
3	Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели.	ПК-10 ПК-11	Вопросы/ задачи по лекционному/ лабораторному материалу
4	Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов.	ПК-10 ПК-11	Вопросы/ задачи по лекционному/ лабораторному материалу
5	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента.	ПК-10 ПК-11, ПК-28	Вопросы/ задачи по лекционному/ лабораторному материалу
6	Математическое планирование эксперимента.	ПК-10 ПК-11, ПК-28	Вопросы/ задачи по лекционному/ лабораторному материалу
7	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.	ПК-10 ПК-11, ПК-28	Отчет по самостоятельным и лабораторным работам в электронном виде
8	Метод крутого восхождения по поверхности отклика.	ПК-28	Вопросы и задачи к зачету

1. Зачетно-экзаменационные материалы.

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

1. Организация и планирование экспериментальных работ.
2. Задачи эксперимента.
3. Виды экспериментов.
4. Параметры, факторы, критерии, модели.
5. Принятие решений перед планированием.
6. Обоснование целесообразности постановки эксперимента.
7. Статистическая проверка.
8. Гипотезы.
9. Критерии согласия.
10. Выбор метода исследования.
11. Материал и масштаб модели.
12. Дисперсионный анализ.
13. Корреляционный анализ.
14. Регрессионный анализ.
15. Установление рациональной последовательности проведения опытов.
16. Обработка и анализ результатов.
17. Погрешности эксперимента.
18. Математическое планирование эксперимента.
19. Математическая модель эксперимента.
20. Полный факторный эксперимент.
21. Дробный факторный эксперимент.
22. Возвращение назад. Выбор реплик.
23. Метод крутого восхождения по поверхности отклика.

В вузе действует балльно-рейтинговая система.

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

2. Фонд тестовых заданий

Тест №1. (* - правильный ответ)

Вопрос 1. Создание модели...

- 1) *акт, необходимый при анализе и синтезе сложных систем;
- 2) конечный акт при анализе сложных систем;
- 3) конечный акт при анализе сложных систем.

Вопрос 2. Модель –

- 1) цель исследователя;
- 2) *инструмент для проведения исследований;
- 3) *инструмент эксперимента.

Вопрос 3. Эксперимент должен быть ...

- 1) полным;
- 2) точным;
- 3) *информативен;
- 4) достоверным;
- 5) поставлен приемлемым способом.

Вопрос 4. Эксперимент должен удовлетворять ...

- 1) *экономическим ограничениям;
- 2) *временным ограничениям;

- 3) рациональным планам;
- 4) оптимальным планам.

Вопрос 5. Модель создается для ...

- 1) наблюдений;
- 2) *проведения на ней экспериментов;
- 3) реализаций.

Вопрос 6. Для организации экспериментов наиболее важно следующее:

- 1) *простота повторений условий эксперимента;
- 2) достижение приемлемого компромисса между максимумом информации и минимумом затрат ресурсов;
- 3) *легкость изменения условий проведения эксперимента;
- 4) *исключение корреляции между последовательностями данных, снимаемых в процессе эксперимента с моделью;
- 5) *определением временного интервала исследования модели.

Вопрос 7. Компьютерный эксперимент

- 1) является средством достижения приемлемого компромисса между максимумом информации и минимумом затрат ресурсов;
- 2) *представляет собой процесс использования модели с целью получения и анализа интересующей исследователя информации о свойствах моделируемой системы.

Вопрос 8. План эксперимента определяет:

- 1) *объем вычислений на компьютере;
- 2) сокращение общего времени моделирования при соблюдении требований к точности и достоверности результатов
- 3) *порядок проведения вычислений на компьютере;
- 4) увеличение информативности каждого наблюдения;
- 5) *способы накопления и статистической обработки результатов моделирования.

Вопрос 9. Планирование экспериментов имеет следующие цели:

- 1)* сокращение общего времени моделирования при соблюдении требований к точности и достоверности результатов;
- 2) проведение вычислений на компьютере
- 3)* увеличение информативности каждого наблюдения;
- 4)*создание структурной основы процесса исследования;
- 5) накопление результатов моделирования.

Вопрос 10. Весь комплекс действий по планированию эксперимента разделяют на две самостоятельные функциональные части:

- 1) *стратегическое планирование;
- 2) *тактическое планирование;
- 3) информационное планирование;
- 4) логическое планирование.

Тест № 2

Вопрос 1. Объектами стратегического планирования являются:

- 1) константы;
- 2) * выходные переменные;
- 3) * отклики, реакции, экзогенные переменные;
- 4) управляющие переменные;
- 5) * входные переменные;
- 6) * факторы, *эндогенные* переменные;
- 7) * уровни факторов.

Вопрос 2. Первой проблемой, решаемой при стратегическом планировании, является ...

- 1) * выбор отклика (реакции);
- 2) выбор цели исследования;

3) выбор времени ответа системы на запрос.

Вопрос 3. Второй проблемой стратегического планирования является ...

- 1) числа факторов, влияющих на работу моделируемого объекта
- 2) * выбор (*определение*) существенных факторов и их сочетаний, влияющих на работу моделируемого объекта;
- 3) ритмичность поставок комплектующих.

Вопрос 4. Принцип Парето:

- 1) *20% факторов определяют 80% свойств системы;
- 2) надо уметь выделять существенные факторы;
- 3) *80% факторов определяют 20% свойств системы;
- 4) глубоко изучать моделируемый объект и протекающие в нем процессы.

Вопрос 5. Факторы могут быть ...

- 1) точными;
- 2) полными;
- 3) *количественными;
- 4) управляющими;
- 5) *качественными.

Вопрос 6. К совокупности воздействующих факторов предъявляются требования:

- 1) *совместимости;
- 2) комбинаторности;
- 3) порядковости;
- 4) целостности;
- 5) *независимости.

Вопрос 7. Третьей проблемой стратегического планирования является ...

- 1) * выбор значений каждого фактора, называемых уровнями фактора;
- 2) анализ данных эксперимента
- 3) назначить уровни факторов, равноотстоящие друг от друга.

Вопрос 8. При машинной реализации эксперимента ...

- 1) нужно назначить уровни факторов, равноотстоящие друг от друга;
- 2) *в каждом наблюдении (информационной точке) нужно выполнить определенное число прогонов;
- 3) обозначить число прогонов в каждом наблюдении.

Вопрос 9. Планирование экспериментов имеет следующие цели:

- 1)* сокращение общего времени моделирования при соблюдении требований к точности и достоверности результатов;
- 2)* получение с помощью эксперимента необходимой информации;
- 3) проведение вычислений на компьютере
- 4)* увеличение информативности каждого наблюдения;
- 5) накопление результатов моделирования.

Вопрос 10. Для организации экспериментов наиболее важно следующее:

- 1) *простота повторений условий эксперимента;
- 2) *возможность управления экспериментом, включая его прерывание и возобновление;
- 3) *легкость изменения условий проведения эксперимента;
- 4) *исключение корреляции между последовательностями данных, снимаемых в процессе эксперимента с моделью;
- 5) накопление результатов моделирования.

2.2. Критерии формирования оценок по результатам тестирования:

- «неудовлетворительно» = 0 баллов к аттестации - 5 или менее правильных ответов (из 10).
- «удовлетворительно» = 5 баллов к аттестации - 7 или 6 правильных ответов (из 10).
- «хорошо» = 8 баллов к аттестации - 9 или 8 правильных ответов (из 10).

- «отлично» = 10 баллов к аттестации - 10 правильных ответов (из 10).

3. Комплекты оценочных средств

3.1. Вопросы и задачи к 1 аттестации:

1. Организация и планирование экспериментальных работ.
2. Задачи эксперимента.
3. Виды экспериментов.
4. Параметры эксперимента.
5. Факторы эксперимента.
6. Критерии эксперимента.
7. Модели для эксперимента.
8. Принятие решений перед планированием.
9. Обоснование целесообразности постановки эксперимента.
10. Статистическая проверка.
11. Гипотезы.
12. Критерии согласия.
13. Выбор метода исследования.
14. Материал и масштаб модели.
15. 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	$\sigma_{t_{max}}$, МПа	d_7 , мм	d_8 , мм	$u_{r_{max}}$, мкм	$\sigma_{t_{max}}$, 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/не решил задачи;
- «удовлетворительно» = 5 баллов к аттестации - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос/решил задачу.
- «хорошо» = 8 баллов к аттестации - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса/решил задачу и ответил на 1 вопрос.
- «отлично» = 10 баллов к аттестации - обучающийся развернуто и правильно ответил на 2 вопроса и решил задачу.

3.2. Вопросы и задачи к 2 аттестации:

1. Задача. 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 .

2. Вопросы:

- 1) Дисперсионный анализ.
- 2) Корреляционный анализ.
- 3) Регрессионный анализ.
- 4) Установление рациональной последовательности проведения опытов.
- 5) Обработка и анализ результатов.
- 6) Погрешности эксперимента.
- 7) Математическое планирование эксперимента.
- 8) Математическая модель эксперимента.
- 9) Полный факторный эксперимент.
- 10) Дробный факторный эксперимент.
- 11) Возвращение назад. Выбор реплик.
- 12) Метод крутого восхождения по поверхности отклика.

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/не решил задачи;
- «удовлетворительно» = **5 баллов к аттестации** - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос/решил задачу.
- «хорошо» = **8 баллов к аттестации** - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса/решил задачу и ответил на 1 вопрос.
- «отлично» = **10 баллов к аттестации** - обучающийся развернуто и правильно ответил на 2 вопроса и решил задачу.

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	Раздел дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Трудоемкость (час)
ОПК-1 ОПК-6 ОПК-2	Введение. Организация и планирование экспериментальных работ.	Организация и планирование экспериментальных работ. Классификация методов планирования экспериментов	5
ОПК-2 ОПК-6	Обоснование целесообразности постановки эксперимента.	Обоснование целесообразности постановки эксперимента. Классификация методов обоснования целесообразности применения экспериментов	5
ПК-10 ПК-11	Выбор метода исследования. Материал и масштаб модели.	Выбор метода исследования. Классификация методов исследования жизненного цикла технических объектов	5

ПК-10 ПК-11	Приборы и оборудование. Установление рациональной последовательности проведения опытов.	Установление рациональной последовательности проведения опытов.	5
ПК-10 ПК-11 ПК-28	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента.	Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента. Классификация видов погрешностей экспериментов и методов их оценки	5
ПК-10 ПК-11 ПК-28	Математическое планирование эксперимента.	Математическое планирование эксперимента.	5
ПК-10 ПК-11 ПК-28	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.	Факторный эксперимент. Классификация факторных экспериментов и порядок их применения	4
ПК-28	Метод крутого восхождения по поверхности отклика.	Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Порядок применения метода крутого восхождения по поверхности отклика на конкретном примере	4
		Контроль	2
		Итого	40

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/прошедший тестирование или получивший не менее 30 баллов на каждой аттестации;
- выполнивший презентацию/ отчет/ сделавший доклад 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 зачет задается два вопроса или вопрос и задача. В этом случае, оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, который развернуто и правильно ответил на два вопроса или ответил на вопрос с небольшими погрешностями и решил задачу без/с 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					*	*	*	*			
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.2	5
Лабораторные	1А	*	*	*	*					Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.2	5

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			
работы	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)