

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Утверждаю»

Проректор по УМР



Л.О. Штриплинг

2017 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Испытания и обеспечение надежности ракетно-космической техники»

направление подготовки специалистов

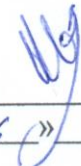
24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

специализация

Проектирование жидкостных ракетных двигателей


Разработана в соответствии с ООП по направлению подготовки специалистов
24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, специализации
«Проектирование жидкостных ракетных двигателей»

Программу составил:
д.т.н., профессор


В.И. Трушляков
« 26 » 03 201 7 г.


Обсуждена на заседании кафедры «Авиа- и ракетостроение»
протокол № 8 от « 27 » 03 .201 7 г.

Заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение»,
к.т.н., доцент


А.Б. Яковлев
« 27 » 03 201 7 г.

Согласовано:

Руководитель ООП,
заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение»,
к.т.н., доцент


А.Б. Яковлев
« 27 » 03 201 7 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Испытания и обеспечение надежности ракетно-космической техники» – познакомить студентов с современными методами испытаний изделий ракетно-космической техники (РКТ) и их элементов, дать студентам знания об основных положениях теории испытаний и обеспечение надежности изделий РКТ, о способах увеличения надежности изделий, о типичных отказах в работе изделий; по расчету степени надежности изделия и проектированию системы, обладающей высокой степенью надежности; о методах определения степени надежности и методах повышения степени надежности изделия.

Задачами дисциплины являются: ознакомление с различными видами испытаний изделий РКТ, испытательным оборудованием, оценки и обеспечения надежности функционирования изделий РКТ, вооружение знаниями теории и практики проведения экспериментальных исследований и испытаний на примере ракетных двигателей и их моделей; ознакомление с проблемно-ориентированными методами анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Испытания и обеспечение надежности ракетно-космической техники» входит в базовую часть Блока 1 (С.Б1.01.30) структуры программы специалитета и является курсом, входящим в дисциплины специализации, обеспечивающим профессиональную подготовку инженера в том числе для дальнейшего изучения основных дисциплин вариативной части блока Б1.

Студент, начинающий изучение дисциплины, должен знать базовые математические и общепрофессиональные дисциплины ООП по направлению подготовки специалитета 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, специализации «Проектирование жидкостных ракетных двигателей».

Предшествующие дисциплины: «Теория и элементы систем управления летательных аппаратов», «Общая теория авиационных и ракетных двигателей», «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей», «Твердотельное моделирование ракетно-космической техники», «Подъемно-транспортное оборудование».

Дисциплины, изучаемые одновременно: «Теория и расчет лопаточных машин», «Конструкция и расчет ракетных двигателей твердого топлива», «Теория и проектирование турбонасосных агрегатов», «Теория, расчет и проектирование воздушно-реактивных двигателей».

Последующие дисциплины: «Энергетические машины и установки», «Автоматика и регулирование ракетных двигателей», «Динамика и прочность ракетных двигателей», «Основы проектирования, конструирования и производства космических аппаратов», «Теория, расчет и проектирование воздушно-реактивных двигателей».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. В результате освоения дисциплины «Испытания и обеспечение надежности ракетно-космической техники» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция ((шифр) – формулировка)
24.05.02	(ПК-15) – способность принимать участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий;
	(ПК-20) – способность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и

	оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам;
	(ПК-21) – способность исследовать и анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению;
	(ПСК-3.6) – способность проводить научное обоснование срока эксплуатации изделий с жидкостными ракетными двигателями;

3.2. В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности.

Знать:

3.1. Этапы жизненного цикла изделия РКТ;

3.2. Основы теории испытаний и контроля изделий РКТ;

3.3. Основные виды стандартных и типовых испытаний деталей, узлов и систем изделий РКТ;

3.4. Методы проведения испытаний изделий РКТ

3.5. Способы увеличения надежности изделий РКТ;

3.6. Типичные отказы в работе изделий РКТ;

Уметь:

У.1. Рассчитывать степень надежности на всех этапах жизненного цикла изделий РКТ;

У.2. Разрабатывать методики проведения испытаний систем изделия;

У.3. Проводить обработку и анализ результатов проведенных экспериментов, и их влияние на надежность изделий РКТ;

У.4. Рассчитывать срок эксплуатации изделий РКТ с заявленной надежностью.

Владеть:

В.1. Методами проведения испытаний изделий РКТ;

В.2. Методами разработки и составления технической документации на испытания изделий;

В.3. Методами определения степени надежности изделий РКТ;

В.4. Методами разработки мероприятий по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла изделий РКТ.

3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций.

Компетентностная модель дисциплины

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Испытания и обеспечение надежности ракетно-космической техники» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки	Технологии формирования компетенции
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)		
ПК-15	3.1, 3.3	У.1	В.1	Отчеты по лабораторным работам, отчеты по практическим занятиям, устный опрос, РГР, диф.зачет	1, 2, 3, 4, 5
ПК-20	3.2, 3.4	У.2	В.2		
ПК-21	3.5	У.3	В.3		
ПСК-3.6	3.6	У.4	В.4		

*Примечание: образовательные технологии формирования компетенции (см. п.6)

- 1 – лекционно-семинарский метод
- 2 – самостоятельное изучение литературы
- 3 – применение информационных технологий
- 4 – использование электронных средств информации
- 5 – анализ конкретных производственных ситуаций

4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах

Очная форма обучения

Вид занятий	Всего (час. / зач. ед.)	семестры											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Всего аудиторных занятий:	72										72		
Лекции	36										36		
Практические занятия	18										18		
Лабораторные работы	18										18		
Самостоятельная работа:	72										72		
Самостоятельное изучение материала дисциплины и подготовка к зачетам	52										52		
Расчетно-графическая работа	20										20		
Всего по дисциплине	144 / 4										144 / 4		
Вид аттестации за семестр (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	Диф. зачет										Диф. зачет		

5. Содержание дисциплины по модулям и видам учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Испытания изделий РКТ.
2. Надежность изделий РКТ.

	Содержание модулей	Форма обучения очная
		Кол-во часов (Лекции/СРС)
1	Модуль 1. Испытания изделий РКТ	18/26
	Порядок создания РКТ. Основные этапы создания РКТ. Моделирование. Состав РКТ	2/2
	Общие сведения об испытаниях изделий РКТ. Роль и место испытаний в комплексе работ по созданию изделий. Изделие как объект испытаний. Классификация испытаний. Задачи проведения испытаний. Условия проведения испытаний. Точность методов испытаний. Метрологические характеристики.	2/2
	Порядок проведения испытаний. Цели и задачи испытаний. Схема проведения испытаний. Виды внешних воздействий при проведении испытаний. Испытания при различных внешних воздействиях на РКТ. Обработка результатов испытаний.	4/2
	Организация и планирование испытаний РКТ. Общие требования к организации испытаний различных	2/4

	<p>видов. Программа обеспечения надежности. Комплексная программа экспериментальной отработки. Методы планирования испытаний. Методы обработки результатов испытаний. Оценка надежности по результатам испытаний. Учет отказов.</p>	
	<p>Автономные испытания РКТ. Цель автономных испытаний. Схема автономных испытаний. Этапы проведения автономных испытаний. Обработка результатов испытаний</p>	2/4
	<p>Комплексные испытания РКТ. Цель комплексных испытаний. Схема комплексных испытаний. Этапы проведения комплексных испытаний. Модели, изделия для комплексных испытаний. Обработка результатов испытаний</p>	2/4
	<p>Контрольные испытания по проверки качества изготовления РКТ. Цель контрольных испытаний. Виды и этапы контрольных испытаний. Контрольные испытания на заводе-изготовителе. Обработка результатов испытаний. Учет отказов, оценка надежности изделия.</p>	2/4
	<p>Летно-конструкторские испытания. Цели и задачи летно-конструкторских испытаний. Планирование летно-конструкторских испытаний. Испытание изделий РКТ при подготовки на полигоне.</p>	2/4
2	<p>Модуль 2. Надежность изделий РКТ</p>	18/26
	<p>Введение в теорию надежности. Краткие сведения по теории вероятностей. Законы распределения случайных величин. Системы случайных величин. Проверка статистических гипотез. Термины и определения в теории надежности. Требования к надежности изделий.</p>	2/4
	<p>Надежность невосстанавливаемых элементов. Надежность элементов в период приработки. Надежность элементов в период нормальной эксплуатации. Надежность элементов в период постепенных отказов. Оценка предельного состояния. Вероятность безотказной работы по заданному критерию.</p>	4/4
	<p>Надежность невосстанавливаемых систем. Понятие о системах в теории надежности. Расчет надежности основной системы. Надежность систем резервированием.</p>	4/6
	<p>Надежность изделий. Изделие как объект оценки надежности. Обоснование количественных требований к надежности изделия. Оценка и обеспечение надежности на различных этапах создания изделия. Расчет характеристик надежности по схеме «нагрузка-прочность». Расчет надежности по критериям прочности. Расчет параметрической надежности изделия. Расчет надежности изделия как последовательной системы.</p>	4/6

Прогнозирование и методы повышения надежности. Состояние изделия и задачи контроля. Неисправности и аварийные состояния изделия. Методы прогнозирования надежности изделия. Техническое и технологическое обеспечение надежности.	4/6
ВСЕГО ЧАСОВ	36/52

5.2. Содержание практических и лабораторных занятий

5.2.1. Содержание практических занятий

Цель практических работ – закрепление теоретического материала дисциплины, овладение методами решения задач

Содержание практических работ	Форма обучения
	Очная
Модуль 1. Испытания изделий РКТ	8
Экспериментальные испытания РКТ	2
Наземная отработка РКТ	2
Предстартовые испытания РКТ	2
Летные испытания	2
Модуль 2. Надежность изделий РКТ	10
Модель отказа	2
Законы надежности	2
Оценки показателей надежности	2
Анализ структурной надежности изделия	2
Расчетная оценка структурной надежности изделия	2
ВСЕГО ЧАСОВ	18

5.2.2. Содержание лабораторных занятий

Цель лабораторного практикума - ознакомить студентов с современными методами измерения; привить студентам практические навыки по методикам экспериментальных исследований и обработки опытных данных; помочь им в усвоении отдельных теоретических разделов курса.

Содержание лабораторного практикума	Форма обучения
	Очная
Модуль 1. Испытания изделий РКТ	8
Лабораторный практикум «Статический и динамический стенды испытаний элементов РКТ»	2
Лабораторный практикум «Стенд тепловакуумных испытаний РКТ»	2
Лабораторный практикум «Испытания заправочного оборудования»	2
Лабораторный практикум «Стенды огневых испытаний двигательных установок ступеней ракет-носителей»	2
Модуль 2. Надежность изделий РКТ	10
Лабораторный практикум «Введение в теорию надежности.	2
Лабораторный практикум «Надежность невосстанавливаемых элементов.	2
Лабораторный практикум «Надежность невосстанавливаемых систем.	2
Лабораторный практикум «Надежность изделий.	2
Лабораторный практикум «Прогнозирование и методы повышения надежности.	2
ВСЕГО ЧАСОВ	18

6. Образовательные технологии.

6.1. Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Испытания и обеспечение надежности РКТ» используются следующие образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.
3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Практические работы	Лабораторные работы	СРС
Метод ИТ	+	+		+
Работа в команде		+	+	
Case-study		+		
Проблемное обучение			+	
Контекстное обучение	+	+		
Обучение на основе опыта		+	+	+
Индивидуальное обучение				+
Междисциплинарное обучение	+	+		+
Опережающая самостоятельная работа		+	+	+

6.2. Интерактивные формы обучения (в соответствии с положением П ОмГТУ 75.03-2012. «Об использовании в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий»).

№	Семестр, модуль	Применяемые технологии интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Модуль 1,2 Семестр 9	Лекции Метод ИТ. Проблемное обучение	6
2	Модуль 1,2 Семестр 9	Лабораторные работы Работа в команде (малых группах). Пережающая самостоятельная работа с применением информационных ресурсов	5
3	Модуль 1,2 Семестр 9	Практические занятия Метод ИТ, работа в команде, Case-study	5
2	Модуль 1,2 Семестр 9	СРС. Выполнение РГР. Пережающая самостоятельная работа.	5
ИТОГО			21

*Примечание: Объем часов занятий в интерактивной форме обучения (согласно П ОмГТУ 75.03-2012) должно составлять (20 – 40) % от объема часов аудиторных занятий.

7. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

7.1. Объем СРС и распределение по видам учебных работ в часах

Вид СРС	Количество часов
	Семестр 9
1. Самостоятельное изучение материала дисциплины, подготовка к зачету	52
2. Выполнение РГР	20
ИТОГО по дисциплине	72

Распределение часов на выполнение СРС проведено на основе личного опыта преподавателя и рекомендаций учебника «Управление факультетом». – С. 236 – 237. (Под. Ред. С. Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 696 с.).

7.2. Расчетно-графическая работа.

Цель РГР – закрепление знаний, формирование умений и навыков.

Тема РГР «Расчет показателей надежности узла изделия РКТ».

8. Методическое обеспечение системы оценки качества освоения программы дисциплины

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Испытания и обеспечение надежности РКТ» могут привлекаться в качестве внешних экспертов: представители работодателей.

8.1. Фонды оценочных средств (в соответствии с П ОмГТУ 73.05 «О фонде оценочных средств по дисциплине»)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Испытания и обеспечение надежности РКТ» включает:

- варианты РГР;
- вопросы для допуска к выполнению лабораторных работ;
- вопросы для защиты практических работ;
- вопросы к зачету
- задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Испытания и обеспечение надежности РКТ» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

8.2. Контрольные вопросы по дисциплине

Модуль 1.

1. Основные этапы создания РКТ.
2. Структура жизненного цикла РКТ.
3. Состав РКТ.
4. Роль и место испытаний в комплексе работ по созданию изделий.
5. Изделие как объект испытаний.
6. Классификация испытаний.
7. Задачи, решаемые при проведении испытаний.
8. Условия проведения испытаний.
9. Цели, задачи испытаний. Схема проведения испытаний.
10. Виды внешних воздействий при испытаниях.
11. Статические испытания.
12. Динамические испытания
13. Испытания на воздействие тепловых и аэродинамических нагрузок.

14. Испытания на воздействие рабочих тел.
15. Проливочные испытания.
16. «Огневые» испытания.
17. Основы организации испытаний. Общие положения.
18. Общие требования к организации испытаний РКТ.
19. Автономные испытания.
20. Комплексные испытания.
21. Контрольные испытания по проверки качества изготовления РКТ.
22. Летно-конструкторские испытания.
23. Методы планирования испытаний.
24. Методы обработки результатов испытаний.
25. Функция распределения по результатам испытаний.
26. Интервальное оценивание генеральных характеристик.

Модуль 2.

1. Краткие сведения по теории вероятностей.
2. Законы распределения случайных величин.
3. Системы случайных величин.
4. Проверка статистических гипотез.
5. Термины и определения в теории надежности.
6. Требования к надежности изделий.
7. Надежность элементов в период приработки.
8. Надежность элементов в период нормальной эксплуатации.
9. Надежность элементов в период постепенных отказов.
10. Оценка предельного состояния.
11. Вероятность безотказной работы по заданному критерию.
12. Понятие о системах в теории надежности.
13. Расчет надежности основной системы.
14. Надежность систем резервированием.
15. Изделие как объект оценки надежности.
16. Обоснование количественных требований к надежности изделия.
17. Оценка и обеспечение надежности на различных этапах создания изделия.
18. Расчет характеристик надежности по схеме «нагрузка-прочность».
19. Расчет надежности по критериям прочности.
20. Расчет параметрической надежности изделия.
21. Расчет надежности изделия как последовательной системы.
22. Состояние изделия и задачи контроля.
23. Неисправности и аварийные состояния изделия.
24. Методы прогнозирования надежности изделия.
25. Техническое и технологическое обеспечение надежности.

9. Ресурсное обеспечение дисциплины.

9.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 9.1.1. Мультимедийные лекционные аудитории (3-201, 3-205, 3-215).
- 9.1.2. Вычислительный класс, 10 ПК (3-307).
- 9.1.3. Демонстрационный зал (наглядные пособия: изделие 8К51, изделие РН2) (3-106)
- 9.1.4. Демонстрационный зал. Наглядное пособие: 4 камеры изделия РД-214, изделие РД-214, изделие ГТД-3М (4-500).
- 9.1.5. Технические средства обучения и контроля.

9.2. Технические средства обучения.

- 9.2.1. Применение раздаточного материала в виде ксерокопий по разделам дисциплины.
- 9.2.2. Демонстрация учебных слайдов и презентаций по разделам дисциплины.
- 9.2.3. Вычислительная техника.
- 9.2.4. ЭВМ используется на всех этапах учебного процесса - работа студентов с электронными учебниками и материалами, презентациями.

9.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение

9.3.1. Основная литература

1. Юркевич, В. В. Надежность и диагностика технологических систем : учеб. для вузов по специальности "Металлорежущие станки и комплексы" направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. В. Юркевич, А. Г. Схиртладзе. – М. : Академия, 2011. – 295 с.
2. Лукьянов, С. И. Основы инженерного эксперимента : учеб. пособие для вузов по специальности 200400 "Промышленная электроника" направления подгот. дипломиров. специалистов 654100 "Электроника и микроэлектроника" / С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, А. Е. Васильев. – М. : РИОР : ИНФРА-М, 2014. – 97 с.

9.3.2. Дополнительная литература

1. Гурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. Пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 12-е изд., перераб. – М. : Юрайт, 2016. – 1 on-line, [479] с.
2. Гурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 11-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 1 on-line, [404] с.
3. Дорофеев, А. А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование : учеб. для вузов по специальности "Авиа- и ракетостроение"... / А. А. Дорофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 463 с.
4. Испытания ракетных двигателей твердого топлива : в 2 ч. / под общ. ред. Н.П. Кузнецова Т. 1 : Наземные испытания РДТТ / Н. П. Кузнецов [и др.]. – Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2010. – 703 с. ; Т. 2 : Стендовые огневые и летные испытания. – 2011. – 667 с.
5. Ракеты-носители. Проекты и реальность : справ. пособие : в 2 кн. / В. Н. Блинов [и др.] ; ОмГТУ, ПО "Полет"- фил. ФГУП "ГКНПЦ им. М. В. Хруничева". – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – Кн. 1 : Ракеты-носители России и Украины. – 2011. – 379 с. ; Кн. 2 : Зарубежные ракеты-носители. – 2011. – 399 с.
6. Надежность и работоспособность технических систем : метод. указания к лаб. И практ. Работам / ОмГТУ ; сост. : Е. А. Павлюченко [и др.]. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – 67 с.

9.3.3. Периодические издания

1. Машиностроитель. 1975-2017.
2. Технология машиностроения. 2001-2017.
3. Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 1996 – 2017.
4. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2007 – 2011.
5. Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. 2006 – 2017.
6. Новости космонавтики. 2005-2017.
7. Полет. 2005 – 2017.

✓ **9.3.4. Информационные ресурсы**

1. ЭБС «АРБУЗ».
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru.
3. Интегрум.
4. Патенты России.
5. EBSCO.
6. ProQuest.
7. ЭБС Юрайт.

К.О.

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ

С.А.С. / Т.С.С.

(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)