

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»)



по дисциплине: **Основы устройства ракет**

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: **3** зачетных единиц(ы)

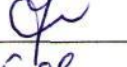
Вид учебной работы		Всего часов	Семестры			
			5			
Контактные занятия (всего)		56	56			
В том числе			-	-	-	-
Лекции		24	24			
Практические занятия (ПЗ)		16	16			
Семинары (С)		-	-			
Лабораторные работы (ЛР)		16	16			
Самостоятельная работа (всего)		52	52			
В том числе		-	-			
Курсовой проект (работа)		-	-			
Расчетно-графические работы		-	-			
Реферат		-	-			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>						
<i>Вид промежуточной аттестации: зачет</i>						
Общая трудоемкость	часы	108	108			
	з.е.	3	3			

Кафедра «Ракетостроение»

Составитель: Уразбахтин Федор Асхатович, доктор технических наук, профессор

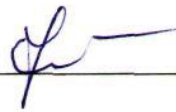
Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива №1517 от 01.12.2016 г. и утверждена на заседании кафедры.

Протокол от 24 августа, 2018 г. №1

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»  /Ф.А.Уразбахтин
25.08. 2018 г.


СОГЛАСОВАНО

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

 Уразбахтин Ф.А.
27.08.2018 г.

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

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова

 Соловьева Л.Н.
27.08 2018 г.

Название дисциплины	Основы устройства ракет					
Номер	83		Академический год	2018/2019	семестр	5
кафедра	Ракето-строение	Программа	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»			
Составитель	Уразбахтин Ф.А., д.т.н., профессор					
Цели и задачи дисциплины, основные темы	<p>Цели: подготовка специалиста в области для проектно-конструкторской, научно-исследовательской, и технико-эксплуатационной деятельности, связанной с ракетной техникой.</p> <p>Задачи: формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области оценки исторического пути развития ракетостроения; для проектно-конструкторской деятельности: изучение конструкции ракетного летательного аппарата, обоснование проектных решений, разработка и компоновка рабочей конструкторской документации; для научно-исследовательской деятельности: изучение параметров и характеристик изделия и конструкций, подлежащих включению в техническое задание на выполнение ОКР и натурных испытаний; для эксплуатационной деятельности: содержание предстартовой подготовки изделий на стартовом комплексе и их запуске.</p> <p>Знания: основные понятия, определения и инженерную терминологию, касающуюся устройства, проектирования, конструирования ракет и их бортовых систем; основы и принципы устройства, назначения и особенности эксплуатации ракеты и их основных систем и агрегатов; основные характеристики современных летательных аппаратов, а также физические свойства среды функционирования ракет различного назначения; содержание предстартовой подготовки изделий на стартовом комплексе и их запуске.</p> <p>Умения: проводить сравнительный анализ вариантов принципиальных решений по структуре конструкции; обосновывать проектные решения, обеспечивающие возможность модернизации создаваемых ракет; обосновать предложения по уточнению основных технических характеристик технико-эксплуатационных показателей ракетного комплекса.</p> <p>Навыки: выбора изделия и его составных частей в процессе эксплуатации; оценки затрат на разработку и обеспечение качества изделия, материала, конструкции; обобщения результатов для подготовки рекомендаций по совершенствованию ракетного комплекса, в том числе несущих и вспомогательных конструкций.</p> <p>Лекции (основные темы): Основы конструирования объектов ракетно-космической техники. Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени. Условия эксплуатации и воздействия окружающей среды на конструкцию ракеты. Конструктивно-компоновочные схемы одно- и многоступенчатых ракет. Основные элементы и особенности компоновки ракетного блока с ЖРД. Особенности компоновки и основные элементы ракетного блока с РДТТ. Конструктивно-компоновочные схемы ракет с различными двигателями. Двигательные установки ракет. Конструктивно-силовые схемы и основные элементы «сухих» отсеков и головных частей. Системы управления ракет. Особенности систем разделения ступеней ракет и головных частей. Компоновочные схемы и особенности работы многоразовых ракет-носителей и многоразовых ракетных блоков. Устройство и взаимодействие наземных комплексов обеспечения ракетно-космических систем.</p> <p>Практические занятия: Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. Технический проект. Оформление отчетных материалов. Структура атмосферы. Стандартные атмосферы. Основные характеристики околоземного и космического пространства. Основные элементы ракеты 8К14 с ЖРД. Сравнение тактико-технических характеристик различных классов ракет. Двигательные установки ракет ОАО «Воткинский завод». Конструктивные схемы исполнительных органов управления ракеты. Многоразовые летательные аппараты.</p> <p>Лабораторные занятия: Конструктивно-силовые схемы одноступенчатых и многоступенчатых ракет. Ракетный блок. Ступень ракеты. Элементы и устройства стратегических ракет. Элементы твердотопливной ракеты. Расчет воспламенения. «Сухие» отсеки ракеты. Расчет параметров отделения головной части ракеты. Состав и структура ракетного комплекса.</p>					
Основная литература	<p>1. Конструктивные решения крыльев и их элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсам «Конструирование спецмашин и устройств», «Основы устройства летательных аппаратов» / Вит.И. Никитенко. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 32 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31429.html. 2. Малые беспилотные летательные аппараты [Электронный ресурс]: теория и практика / Рэндал Биард У., Тимоти МакЛэйн У. - Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2015. — 312 с. — 978-5-94836-393-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/36871.html. 3. Твердотопливные регулируемые двигательные установки/ Ю.С. Соломонов, А.М. Липанов, А.В. Алиев и др. —М.: Машиностроение, 2011. -416с.</p>					
Технические средства	стандартно оборудованная лекционная аудитория, компьютерный класс					
Компетенции	<i>Приобретаются студентами при освоении модуля</i>					
Общекультурные	-					
Профессиональные	<p>ПК-2. Способность анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники. ПК-6. Способность на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса. ПК-29. Знание и понимание устройства, работу и процессов, происходящих в изделиях ракетно-космической техники. ПК-30. Знание устройства, порядка функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов, технологических операций с их применением, сооружения для проведения работ и размещения оборудования на техническом и</p>					

		стартовом комплексе. ПСК5.1. Способность и готовность проводить проектировочные расчёты баллистических ракет с ракетными двигателями твердого топлива различного назначения, а также прочностные, тепловые, теплофизические динамические расчеты твердотопливных двигателей, зарядов твёрдого топлива, подкреплённых отсеков, вспомогательных двигателей и других систем.				
Зачетных единиц	3	Форма проведения занятий	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
		Всего часов	24	16	16	52
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/ КР	Условие зачета дисциплины	Получение оценки «зачтено»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, к зачету
формы	зачет	нет				
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины		История профессиональной деятельности, Введение в специальную технику, Математический анализ, Обыкновенные дифференциальные уравнения, Вариационное исчисление, Физика, Химия, Теоретическая механика, Теория машин и механизмов, Технология конструкционных материалов.				

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью является подготовка специалиста в области для проектно-конструкторской, научно-исследовательской, и технико-эксплуатационной деятельности, связанной с ракетной техникой.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области оценки исторического пути развития ракетостроения;
- для проектно-конструкторской деятельности: изучение конструкции ракетного летательного аппарата, обоснование проектных решений, разработка и компоновка рабочей конструкторской документации;
- для научно-исследовательской деятельности: изучение параметров и характеристик изделия и конструкций, подлежащих включению в техническое задание на выполнение ОКР и натурных испытаний;
- для эксплуатационной деятельности: содержание предстартовой подготовки изделий на стартовом комплексе и их запуске.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- современное состояние, тенденции развития ракетно-космической техники и перспективы в целом;
- основы теории движения беспилотного летательного аппарата;
- основы устройства конструкций ракет различного класса;
- принципы функционирования основных агрегатов и систем ракетно-космического комплекса;
- особенности конструкции твердотопливных ракет и зарядов твердого топлива;

уметь:

- оценивать перспективы и анализировать развитие ракетно-аэрокосмической техники;
- определять класс ракет по основным тактико-техническим характеристикам;
- представлять процесс функционирования основных устройств ракетно-космической техники;
- различать основные характеристики и параметры полета ракеты;
- находить траекторные параметры движения ракет;
- представлять работу твердотопливного ракетного двигателя.

владеть:

- способами анализа ракет техники по основным характеристикам;
- методами системного анализа применительно к объектам ракетно-космической техники;
- методами «чтения» компоновочных схем функционирования, как всего ракетного изделия, так и отдельных его основных составных частей;
- принципами определения траекторных параметров ракеты;
- методами исследования твердотопливных зарядов в ракетном двигателе.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО:

2.1. Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП ВО.

2.2. Изучение дисциплины (модуля) базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин (модулей) и практик: История профессиональной деятельности, Введение в специальную технику, Математический анализ, Обыкновенные дифференциальные уравнения,

Вариационное исчисление, Физика, Химия, Теоретическая механика, Теория машин и механизмов, Технология конструкционных материалов.

2.3. Для изучения дисциплины студент должен:

знать:

- а) из курса «История профессиональной области» - историю развития ракетной техники;
- б) из курса «Введение в специальную технику» - состав и основные части ракеты, факторы воздействия внешней среды;
- в) из курса «Математический анализ» - понятие производная, интеграл;
- г) из курса «Обыкновенные дифференциальные уравнения» - виды и классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений, основные подходы и теоретические положения;
- д) из курса «Вариационное исчисление» - дифференциальные уравнения в частных производных, функциональный анализ, подходы и методы определения оптимальных функций;
- е) из курса «Физика» – разделы механика, термодинамические циклы, газовая динамика, теплопередача;
- ж) из курса «Химия» – разделы органической и неорганической химии (условные формулы, реакции окисления-восстановления);
- з) из курса «Теоретическая механика» – теоремы, аксиомы, принципы, законы, изложенные в разделах статики и динамики;
- е) из курса «Теория машин и механизмов» – теоретические положения для проведения кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов; динамика привода; приведенная масса и приведенный момент инерции;
- и) из курса «Технология конструкционных материалов» - классификация и свойства конструкционных материалов, сплавы цветных металлов;

уметь:

- выполнять основные операции векторного анализа - взятие градиента, производной по направлению;
- применять методы решения простых обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;
- брать интегралы элементарных функций;
- записать соотношения термодинамических параметров на различных стадиях цикла;
- анализировать термодинамическое состояние тел;
- составлять уравнения химических реакций, равновесия точки, тела;
- составлять уравнения равновесия тел в состоянии покоя и движения;
- проводить динамический и кинематический анализ различных механизмов;
- читать сборочные чертежи узлов и агрегатов;

владеть:

- методами дифференцирования (в том числе частными производными), интегрирования по поверхности и объему, определения модуля и направления вектора;
- способами решения различных дифференциальных уравнений;
- навыками пространственного мышления;
- вычисления интегралов и производных аналитическими методами и с помощью вычислительной техники;
- методами и способами проведения анализа механизмов.

2.4. Освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее для изучения дисциплин (модулей) и практик: Термодинамика и теплопередача, Двигательные установки и энергосистемы, Теплозащитные покрытия, Расчет на прочность и жесткость элементов

ракеты, Гидрогазоаэродинамика, Пневмогидроавтоматика летательного аппарата, Ракетные двигатели, Проектирование летательного аппарата, Конструирование летательного аппарата.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Знания
1.	Основные понятия, определения и инженерную терминологию, касающуюся устройства, проектирования, конструирования ракет и их бортовых систем.
2.	Основы и принципы устройства, назначения и особенности эксплуатации ракеты и их основных систем и агрегатов.
3.	Основные характеристики современных летательных аппаратов, а также физических свойств среды функционирования ракет различного назначения.
4.	Содержание предстартовой подготовки изделий на стартовом комплексе и их запуске.

3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1.	Проводить сравнительный анализ вариантов принципиальных решений по структуре конструкции.
2.	Обосновывать проектные решения, обеспечивающие возможность модернизации создаваемых ракет.
3.	Обосновать предложения по уточнению основных технических характеристик технико-эксплуатационных показателей ракетного комплекса.

3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Навыки
1.	Выбрать изделия и его составные части в процессе эксплуатации.
2.	Оценивать затраты на разработку и обеспечение качества изделия, материала, конструкции.
3.	Обобщать результаты для подготовки рекомендаций по совершенствованию ракетного комплекса, в том числе несущих и вспомогательных конструкций.

3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Знания (№№ из 3.1)	Умения (№№ из 3.2)	Навыки (№№ из 3.3)
ПК-2. Способность анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники.	1	1	1
ПК-6. Способность на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса.	3	2	3
ПК-29. Знание и понимание устройства, работу и процессов, происходящих в изделиях ракетно-космической техники.	3	1	2

ПК-30. Знание устройства, порядка функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов, технологических операций с их применением, сооружения для проведения работ и размещения оборудования на техническом и стартовом комплексах.	4	3	3
ПСК5.1. Способность и готовность проводить проектировочные расчёты баллистических ракет с ракетными двигателями твердого топлива различного назначения, а также прочностные, тепловые, теплофизические динамические расчеты твердотопливных двигателей, зарядов твёрдого топлива, подкреплённых отсеков, вспомогательных двигателей и других систем.	3	2	2

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий (очная форма обучения)

№ 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	прак	лаб	СРС	
1.	Основы конструирования объектов ракетно-космической техники	5	1	1	2			
2.	Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени	5	1	1		2	10	
3.	Условия эксплуатации и воздействия окружающей среды на конструкцию ракеты	5	2	1	2			
4.	Конструктивно-компоновочные схемы одно- и многоступенчатых ракет	5	3	1		2	10	
5.	Основные элементы и особенности компоновки ракетного блока с ЖРД	5	3	2	2			
6.	Особенности компоновки и основные элементы ракетного блока с РДТТ	5	4	1		2	10	
7.	Конструктивно-компоновочные схемы ракет с различными двигателями	5	5	2	2			
8.	Двигательные установки ракет	5	6 7 8	1 1 1	2	2 2	10	Контрольная работа 1.

			9 10	1 1	2			1 аттестация
9.	Конструктивно-силовые схемы и основные элементы “сухих” отсеков и головных частей	5	11	2		2		
10.	Системы управления ракет	5	12	2	2		5	
11.	Особенности систем разделения ступеней ракет и головных частей	5	13	2		2		
12.	Компоновочные схемы и особенности работы многоразовых ракет-носителей и многоразовых ракетных блоков	5	14	2	2		5	
13.	Устройство и взаимодействие наземных комплексов обеспечения ракетно-космических систем Зачет	5	15 16 17	1 1	2	2	2	Контрольная работа 2. 2 аттестация. Вопросы к зачету
	Всего			24	16	16	52	

4.2. Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел Дисциплины	Знания (№№ из 3.1)	Умения (№№ из 3.2)	Навыки (№№ из 3.3)
1.	Основы конструирования объектов ракетно-космической техники Этапы развития ракетно-космической техники (РКТ). Место и роль РКТ в исследовании Земли и окружающего пространства. Экономические аспекты использования достижений РКТ. Классификация ракетного оружия. Основные типы компоновочных схем ракет.	1 1 2 3,4 1	1 1 3 1 2	1 1 2 3 1
2.	Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени Состав и назначение основных элементов ракеты, ракетно-космического комплекса. Инфраструктура современных ракетно-космических средств.	1 3,4	1,2 2	1 1
3.	Условия эксплуатации и воздействия окружающей среды на конструкцию ракеты Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. Тепловые режимы работы. Статические и вибрационные нагрузки, действующие на конструкцию ракеты при полёте. Особенности нагружения ракеты в период её наземной эксплуатации. Защита конструкции ракеты от коррозии,	1 3	2 2	2 3

	сейсмических, ударных и других воздействий.	4	2,3	3
4.	Конструктивно-компоновочные схемы одно- и многоступенчатых ракет Массово-энергетические соотношения для одно- и многоступенчатых ракет. Понятие о лётно-технических характеристиках и основных проектных параметрах.	1,2 3	1,2 2	3 3
5.	Основные элементы и особенности компоновки ракетного блока с ЖРД Топливные отсеки. Схемы с подвесными и несущими баками. Двигательные отсеки.	2 3 1	2 2 2	1 3 1
6.	Особенности компоновки и основные элементы ракетного блока с РДТТ Конструкция корпуса ракетного блока на твердом топливе. Особенности конструкции соплового блока. Воспламенение.	2 3 1	2,3 1,2 2	1 3 1
7.	Конструктивно-компоновочные схемы ракет с различными двигателями Конструктивно компоновочные схемы ракет с различными двигателями. Сравнительный анализ конструктивно компоновочных схем современных ракет с различными типами двигательных установок.	1,2 3	2 1	1 3
8.	Двигательные установки ракет Жидкие ракетные топлива. Энергетические и массовые характеристики. Принципы устройства ЖРД. Пневмогидросистема ЖРД. Вытеснительная и турбонасосная системы подачи компонентов топлива. Система наддува и дренажа. Определение потребного давления наддува для различных типов систем подачи. Система заправки компонентами топлива. Вспомогательные системы ЖРД. Запуск и выключения ЖРД. Твердые топлива. Энергетические и массовые характеристики. Механизм горения твёрдотопливного заряда, выбор формы заряда. Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока с РДТТ. Особенности запуска и выключения двигателя на твёрдом топливе, способы отсечки тяги.	1 2 3 2 1 2	1,2 1,2 1,2 1,2 1,2	1 3 1 1 1
9.	Конструктивно-силовые схемы и основные элементы “сухих” отсеков и головных частей Приборные и переходные отсеки. Головные обтекатели и головные части. Двигательные отсеки.	2 3 1	1,2 1,2 1,2	1 1 1
10.	Системы управления ракет			

	Понятие о возмущающих силах и моментах. Аэродинамическая форма и компоновка ракеты. Конструкция органов управления. Расчет характеристик органов управления.	1	2	1
	Общие характеристики бортового измерительного оборудования. Бортовые вычислительные комплексы.	1	2	2
	Гироскопические приборы, способы измерения угловой и линейной скорости центра масс ракеты.	2	1,2	1
	Возможности современных систем управления стратегических ракет.	3	3	3
		2	1,2	1
11.	Особенности систем разделения ступеней ракет и головных частей			
	Состав и назначение основных элементов систем разделения.	1	1,2	1
	Требования к системам отделения боевых частей и их принципиальные схемы.	3	2,3	3
	Возможные конструкции систем разделения ступеней. "Горячий" и "холодный" способы разделения ступеней. Особенности функционирования систем разделения: "горячий" и "холодный" способ разделения ступеней.	2	1,2	2
	Расчет систем отделения боевых частей. Основы расчета систем разделения степеней.	3	2	3
	Особенности разделения ступеней в пакетной и тандемной компоновочных схемах.	2	1,2	2
12.	Компоновочные схемы и особенности работы многоразовых ракет-носителей и многоразовых ракетных блоков			
	Общие сведения о многоразовых ракетах-носителях и ракетных блоках. Анализ возможных способов старта многоразовых носителей.	1	1	1
	Состав и назначение систем обеспечивающих многоразовое использование ракетных блоков.	2	2	1
	Сравнительные характеристики современных одно- и многоразовых носителей.	3	1,2	2,3
13.	Устройство и взаимодействие наземных комплексов обеспечения ракетных систем			
	Ракетный комплекс.	1	3	1
	Требования, предъявляемые к наземному и пусковому оборудованию ракетного комплекса.	2	3	1
	Структура, состав стартовой позиции и её элементы.			
	Командно-измерительный комплекс.	1	2	2

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

№ п/п	Наименование темы практического занятия и его содержание	Трудоемкость (час.)
1	Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. Технический проект. Оформление отчетных материалов.	2
3	Структура атмосферы. Стандартные атмосферы. Основные характеристики	2

	околоземного и космического пространства.	
5	Основные элементы ракеты 8К14 с ЖРД	2
7	Сравнение тактико-технических характеристик различных классов ракет	2
8	Двигательные установки ракет АО «Воткинский завод»	4
10	Конструктивные схемы исполнительных органов управления ракеты	2
12	Многоразовые летательные аппараты	2
13	Требования, предъявляемые к наземному и пусковому оборудованию ракетного комплекса.	2

4.4. Наименование темы лабораторной работы и его содержания

№ раздела дисциплины	Наименование темы лабораторной работы и ее содержание	Трудоемкость (час.)
2	Конструктивно-силовые схемы одноступенчатых и многоступенчатых ракет. Ракетный блок. Ступень ракеты.	2
4	Элементы и устройства стратегических ракет	2
6	Элементы твердотопливной ракеты. Расчет воспламенения	2
8	Двигательные установки ракет АО «Воткинский завод»	4
9	«Сухие» отсеки ракеты	2
11	Расчет параметров отделения головной части ракеты	2
13	Состав и структура ракетного комплекса	2

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

5.1. Содержание самостоятельной работы

Номер раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час.)
2	Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной (выдача индивидуальных заданий)	10
4.	Конструктивно-компоновочные схемы одно- и многоступенчатых ракет (выдача индивидуальных заданий)	10
6.	Особенности компоновки и основные элементы ракетного блока с РДТТ (выдача тем рефератов)	10
8.	Двигательные установки ракет (выдача индивидуальных заданий)	10
10.	Системы управления ракет (выдача индивидуальных заданий)	5
12.	Компоновочные схемы и особенности работы многоразовых ракет-носителей и многоразовых ракетных блоков (выдача индивидуальных заданий)	5
13.	Устройство и взаимодействие наземных комплексов обеспечения ракетно-космических систем (выдача индивидуальных заданий)	2

5.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости студентов и их промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля), их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в Приложении к РПД «Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы устройства ракет».

6. Рекомендуемые образовательные технологии

Образовательная технология	Кол-во ауд. часов при изучении дисциплины (модуля)
1. Иллюстративный материал, представленный в слайдах.	6
2. Работа в малых группах	4
3. Знакомство с образцами оперативно-тактических ракет (лаб.10 ИжГТУ им.М.Т. Калашникова)	6
Всего	16 (28,6%)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1.	Конструктивные решения крыльев и их элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсам «Конструирование спецмашин и устройств», «Основы устройства летательных аппаратов» / Вит.И. Никитенко. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 32 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31429.html .	2009
2.	Малые беспилотные летательные аппараты [Электронный ресурс]: теория и практика / Рэндал Биард У., Тимоти МакЛэйн У. - Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2015. — 312 с. — 978-5-94836-393-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/36871.html	2015
3.	Твердотопливные регулируемые двигательные установки/ Ю.С. Соломонов, А.М. Липанов, А.В. Алиев и др. —М.: Машиностроение, 2011. -416с.	2011

б) дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1.	Кузнецов Н.П. Кургузкин М.Г., Николаев В.А. Утилизация ракет с ЖРД (на примере ракеты 8К14). – М.-Ижевск: НИЦ, 2004. -288с.	2004
2.	Колесников К.С., Кокушкин В.В., Борзых С.В., Панкова Н.В. Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет. –М.: Изд-во МГТУ, 2006. -376с.	2006
3.	Проектирование шарикового замка космического аппарата [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. С. Попов, Г. А. Щеглов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31195.html	2010

в) программное обеспечение:

1. Microsoft Office 2016.
2. KMPlayer/
3. OpenOffice.

г) методические указания:

1. Фалалеев, СВ. Современные проблемы создания двигателей летательных аппаратов [Электронный ресурс]: электрон, учебное пособие С.В. Фалалеев; Минобрнауки России. Самар. гос. аэрокосм, ун-т им. С.П. Королева (Нац. исслед. ун-т) — Электрон, тестовые и граф. дан. (80.4 Мбайт) - Самара. 2012. — 1 эл. опт. диск.

2. Петровичев М.А., Давыдов Е.И. Системы оборудования летательных аппаратов: лабораторный практикум. Самара. 2002, -78 с.
3. Петренко С.А., Гимадиев А.Г., Варивода В.Д. Система рулевых приводов жидкостных ракетных двигателей ракеты-носителя «Энергия». Электронные методические указания к лабораторной работе. – Самара, изд-во Самарского государственного аэрокосмического ун-та имени академика С.П. Королева. 2010. -31с.
4. Исследование жидкостных центробежных форсунок двигателей летательных аппаратов: Метод, указания к лабор. работе/ В.С. Егорычев, Самар. гос. аэрокосм. ун-т., Самара, 2004.- 22 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Наименование оборудования учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	Аудитория №314. Учебная мультимедийная аудитория. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная, проектор, компьютер.
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 №318. Лаборатория основ ракетной техники. Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Компьютер. Питатели ракеты 8К14 – 4 шт. Вольфрамовые рули управления потоком. Стабилизатор ракеты. Макет топливного газогенератора. Руль машинка. Электронные блоки ракет. Шар баллон (аккумулятор) газогенератора. Заглушка топливной системы ЖРД.
4.	Лаборатория ракетной техники 10 ИжГТУ имени М.Т.Калашникова. Оборудование: элементы твердотопливных и жидкостных ракет согласно описи.
5.	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	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018 г.
2019-2020	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019 г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение
высшего образования

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Воткинский филиал

Кафедра «Ракетостроение»

(наименование кафедры)

	<p>УТВЕРЖДЕН на заседании кафедры «24» августа 2018 г., протокол № 1 Заведующий кафедрой  Уразбахтин Ф.А. (подпись)</p>
--	---

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА РАКЕТ

(наименование дисциплины)

24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов.

Специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

Воткинск
2018

**Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине
«ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА РАКЕТ»**

(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы конструирования объектов ракетно-космической техники	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
2	Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
3	Условия эксплуатации и воздействия окружающей среды на конструкцию ракеты	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
4	Конструктивно-компоновочные схемы одно- и многоступенчатых ракет	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
5	Основные элементы и особенности компоновки ракетного блока с ЖРД	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
6	Особенности компоновки и основные элементы ракетного блока с РДТТ	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	Собеседование по вопросам по лекционному материалу
7	Конструктивно-компоновочные схемы ракет с различными двигателями	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
8	Двигательные установки ракет	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
9	Конструктивно-силовые схемы и основные элементы “сухих” отсеков и головных частей	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30	
10	Системы управления ракет	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
11	Особенности систем разделения ступеней ракет и головных частей	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
12	Компоновочные схемы и особенности работы многоразовых ракет-носителей и многоразовых ракетных блоков	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	Темы для самостоятельной работы
13	Устройство и взаимодействие наземных комплексов обеспечения ракетно-космических систем	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	Собеседование по вопросам по лекционному материалу
14	Основы конструирования объектов ракетно-космической техники	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	
15	Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени	ПК-2, ПК-6, ПК-29, ПК-30, ПСК-5.1	

- Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

1. Зачетно-экзаменационные материалы

Перечень контрольных вопросов для проверки остаточных знаний и для проведения зачета

1. Этапы развития ракетно-космической техники.
2. Место и роль РКТ в исследовании Земли и окружающего пространства.
3. Экономические аспекты использования достижений РКТ.
4. Классификация ракетного оружия.
5. Основные типы компоновочных схем ракет.
6. Состав и назначение основных элементов ракеты.
7. Состав и назначение основных элементов ракетно-космического комплекса.
8. Инфраструктура современных ракетно-космических средств.
9. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. Тепловые режимы работы.
10. Статические и вибрационные нагрузки, действующие на конструкцию ракеты при полёте.
11. Особенности нагружения ракеты в период её наземной эксплуатации.
12. Защита конструкции ракеты от коррозии, сейсмических, ударных и других воздействий.
13. Массово-энергетические соотношения для одно- и многоступенчатых ракет.
14. Понятие о лётно-технических характеристиках и основных проектных параметрах.
15. Топливные отсеки. Схемы с подвесными и несущими баками.
16. Двигательные отсеки.
17. Конструкция корпуса ракетного блока на твердом топливе.
18. Особенности конструкции соплового блока.
19. Воспламенение.
20. Конструктивно компоновочные схемы ракет с различными двигателями.
21. Сравнительный анализ конструктивно компоновочных схем современных ракет с различными типами двигательных установок.
22. Жидкие ракетные топлива. Энергетические и массовые характеристики.
23. Принципы устройства ЖРД.
24. Вытеснительная и турбонасосная системы подачи компонентов топлива. Система наддува и дренажа. Определение потребного давления наддува для различных типов систем подачи.
25. Система заправки компонентами топлива. Вспомогательные системы ЖРД. Запуск и выключения ЖРД.
26. Твердые топлива. Энергетические и массовые характеристики.
27. Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока с РДТТ.
28. Механизм горения твёрдотопливного заряда, выбор формы заряда.
29. Особенности запуска и выключения двигателя на твёрдом топливе. Способы отсечки тяги.
30. Приборные и переходные отсеки. Головные обтекатели и головные части.
31. Двигательные отсеки.
32. Понятие о возмущающих силах и моментах.
33. Аэродинамическая форма и компоновка ракеты.
34. Конструкция органов управления. Расчет характеристик органов управления.
35. Общие характеристики бортового измерительного оборудования. Бортовые вычислительные комплексы.
36. Гироскопические приборы, способы измерения угловой и линейной скорости центра масс ракеты.
37. Состав и назначение основных элементов систем разделения.
38. Требования к системам отделения боевых частей.

39. “Горячий” и “холодный” способы разделения ступеней. Особенности функционирования систем разделения: ”горячий” и ”холодный” способ разделения ступеней.
40. Расчет систем отделения боевых частей. Основы расчета систем разделения степеней.
41. Особенности разделения ступеней в пакетной и тандемной компоновочных схемах.
42. Общие сведения о многоразовых ракетах-носителях и ракетных блоках. Анализ возможных способов старта многоразовых носителей.
43. Состав и назначение систем обеспечивающих многоразовое использование ракетных блоков.
44. Сравнительные характеристики современных одно- и многоразовых носителей.
45. Ракетный комплекс. Структура, состав стартовой позиции и её элементы.
46. Требования, предъявляемые к наземному и пусковому оборудованию ракетного комплекса. Командно-измерительный комплекс.

2. Комплекты оценочных средств

2.1. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу на темы: *«Основы конструирования объектов ракетно-космической техники. Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени. Условия эксплуатации и воздействия окружающей среды на конструкцию ракеты. Конструктивно-компоновочные схемы одно- и многоступенчатых ракет. Основные элементы и особенности компоновки ракетного блока с ЖРД. Особенности компоновки и основные элементы ракетного блока с РДТТ»:*

1. Этапы развития ракетно-космической техники.
2. Место и роль РКТ в исследовании Земли и окружающего пространства.
3. Экономические аспекты использования достижений РКТ.
4. Классификация ракетного оружия.
5. Основные типы компоновочных схем ракет.
6. Состав и назначение основных элементов ракеты.
7. Состав и назначение основных элементов ракетно-космического комплекса.
8. Инфраструктура современных ракетно-космических средств.
9. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. Тепловые режимы работы.
10. Статические и вибрационные нагрузки, действующие на конструкцию ракеты при полёте.
11. Особенности нагружения ракеты в период её наземной эксплуатации.
12. Защита конструкции ракеты от коррозии, сейсмических, ударных и других воздействий.
13. Массово-энергетические соотношения для одно- и многоступенчатых ракет.
14. Понятие о лётно-технических характеристиках и основных проектных параметрах.
15. Топливные отсеки. Схемы с подвесными и несущими баками.
16. Двигательные отсеки.
17. Конструкция корпуса ракетного блока на твердом топливе.
18. Особенности конструкции соплового блока.
19. Воспламенение.
20. Конструктивно компоновочные схемы ракет с различными двигателями.
21. Сравнительный анализ конструктивно компоновочных схем современных ракет с различными типами двигательных установок.

На собеседовании задается два вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- **«неудовлетворительно»** - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- **«удовлетворительно»** - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;

- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопроса, а на другой – ответ был дан с подсказками;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса и на все дополнительные вопросы.

2.2. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу на темы: *«Конструктивно-компоновочные схемы ракет с различными двигателями. Двигательные установки ракет. Конструктивно-силовые схемы и основные элементы “сухих” отсеков и головных частей. Системы управления ракет. Особенности систем разделения ступеней ракет и головных частей. Компоновочные схемы и особенности работы многоразовых ракет-носителей и многоразовых ракетных блоков. Устройство и взаимодействие наземных комплексов обеспечения ракетно-космических систем»:*

1. Жидкие ракетные топлива. Энергетические и массовые характеристики.
2. Принципы устройства ЖРД.
3. Вытеснительная и турбонасосная системы подачи компонентов топлива. Система наддува и дренажа. Определение потребного давления наддува для различных типов систем подачи.
4. Система заправки компонентами топлива. Вспомогательные системы ЖРД. Запуск и выключения ЖРД.
5. Твердые топлива. Энергетические и массовые характеристики.
6. Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока с РДТТ.
7. Механизм горения твёрдотопливного заряда, выбор формы заряда.
8. Особенности запуска и выключения двигателя на твёрдом топливе. Способы отсечки тяги.
9. Приборные и переходные отсеки. Головные обтекатели и головные части.
10. Двигательные отсеки.
11. Понятие о возмущающих силах и моментах.
12. Аэродинамическая форма и компоновка ракеты.
13. Конструкция органов управления. Расчет характеристик органов управления.
14. Общие характеристики бортового измерительного оборудования. Бортовые вычислительные комплексы.
15. Гироскопические приборы, способы измерения угловой и линейной скорости центра масс ракеты.
16. Состав и назначение основных элементов систем разделения.
17. Требования к системам отделения боевых частей.
18. “Горячий” и “холодный” способы разделения ступеней. Особенности функционирования систем разделения: ”горячий” и ”холодный” способ разделения ступеней.
19. Расчет систем отделения боевых частей. Основы расчета систем разделения степеней.
20. Особенности разделения ступеней в пакетной и тандемной компоновочных схемах.
21. Общие сведения о многоразовых ракетах-носителях и ракетных блоках. Анализ возможных способов старта многоразовых носителей.
22. Состав и назначение систем обеспечивающих многоразовое использование ракетных блоков.
23. Сравнительные характеристики современных одно- и многоразовых носителей.
24. Ракетный комплекс. Структура, состав стартовой позиции и её элементы.
25. Требования, предъявляемые к наземному и пусковому оборудованию ракетного комплекса. Командно-измерительный комплекс.

На собеседовании задается два вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;

- «удовлетворительно» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;
- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопроса, а на другой – ответ был дан с подсказками;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса и на все дополнительные вопросы.

2.3. Примерные варианты заданий для контрольных работ

Контрольная работа 1

Вариант 1

1. Классификация ракетного оружия.
2. Топливные отсеки.

Вариант 2

1. Состав и назначение основных элементов ракеты.
2. Воспламенение.

Контрольная работа 2

Вариант 1

1. Головные обтекатели и головные части.
2. Гироскопические приборы, способы измерения угловой и линейной скорости центра масс ракеты.

Вариант 2

1. Приборные и переходные отсеки.
2. Расчет систем отделения боевых частей. Основы расчета систем разделения степеней.

3. Темы для самостоятельной работы

Варианты заданий для самостоятельной работы: поиск учебных пособий по данному материалу, подготовка презентации и доклада:

1. Роль РКТ в исследовании Земли и окружающего пространства.
2. Экономические аспекты использования достижений РКТ.
3. Инфраструктура современных ракетно-космических средств.
4. Особенности нагружения ракеты в период её наземной эксплуатации.
5. Лётно-технические характеристики и основные проектные параметры ракет.
6. Конструктивно компоновочные схемы ракет с различными двигателями.
7. Сравнительный анализ конструктивно компоновочных схем современных ракет с различными типами двигательных установок.
8. Твердые ракетные топлива. Энергетические и массовые характеристики.
9. Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока с РДТТ.
10. Механизм горения твёрдотопливного заряда, выбор формы заряда.
11. Аэродинамическая форма и компоновка ракеты.
12. Конструкции органов управления.
13. Гироскопические приборы, способы измерения угловой и линейной скорости центра масс ракеты.
14. Системы разделения.
15. Системы отделения боевых частей.

4. Шкалы оценивания

4.1 Критерии оценивания контрольных работ

Оценку «зачтено» за контрольную работу (работы) обучающийся получает при правильном выполнении не менее 80% заданий.

На собеседовании задается два вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «**неудовлетворительно**» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «**удовлетворительно**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;
- «**хорошо**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопроса, а на другой – ответ был дан с подсказками;
- «**отлично**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса и на все дополнительные вопросы.

4.2. Критерии формирования оценок на зачете

Согласно балльно-рейтинговой системе, оценку «зачтено» обучающийся может получить автоматически при наличии у него 65 и более баллов.

Не допускаются к зачету обучающиеся, имеющие менее 44 баллов включительно.

Допущенным к зачету считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- набравший в ходе учебного процесса от 45 до 64 баллов;
- выполнивший все лабораторные задания;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценки на собеседованиях;
- выполнивший расчетно-графические работы.

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

5. 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	9	10	11			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	18	19	20
Лекции	1А	*	*	*	*	*	*						Письменно конт. раб.1	6.1	30
	2А							*	*	*	*	*	Письменно конт. раб.2	6.1	30
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Практические занятия (семинары)	1А	*	*	*	*	*	*						Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	2А							*	*	*	*	*	Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Лабораторные занятия	1А														
	2А														
	3А														
Самостоятельная работа	1А													4.1, 6.2	5
	2А													4.1, 6.2	5
Посещение занятий	1А	*	*	*	*	*	*							-	5
	2А							*	*	*	*	*		-	5
Экзамен	В конце семестра												Экзаменационные вопросы	6.3	20
ВСЕГО БАЛЛОВ													93/113		

Обозначения, используемые в таблице:

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