

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНПТ

А.Н.Яковлев

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Конструкция ракет-носителей и летательных аппаратов

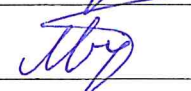
Направление подготовки/ специальность	15.04.01 Машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Технологии космического материаловедения		
Специализация	Технологии космического материаловедения		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия		
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

Зачет	Обеспечивающее подразделение	ОМ
-------	---------------------------------	----

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП

Преподаватель

	Клименов В.А.
	Мартюшев Н.В.
	Мартюшев Н.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	ОПК(У)-1.В1	Владеет опытом применения методов решения научных и технических проблем в машиностроении в том числе в РКТ
		ОПК(У)-1.У1	Умеет применять методы решения научных и технических проблем в машиностроении
		ОПК(У)-1.У2	Умеет решать проблемы проектирования и изготовления изделий ракетно-космической техники
		ОПК(У)-1.31	Знает методы решения научных и технических проблем в машиностроении и ракетно-космической отрасли
ОПК(У)-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.У1	Умеет применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.У2	Умеет использовать пакеты прикладных программ и компьютерной графики, при решении инженерных и исследовательских задач
		ОПК(У)-2.31	Знает современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике
		ОПК(У)-2.32	Знает пакеты прикладных программ и компьютерной графике
ОПК(У)-14	Способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	ОПК(У)-14.В1	Владеет навыками выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении
		ОПК(У)-14.У1	Умеет выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении
		ОПК(У)-14.31	Знает аналитические и численные методы, используемые при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении
ПК(У)-9	Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	ПК(У)-9.В1	Владеет опытом разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере
		ПК(У)-9.У1	Умеет разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
		ПК(У)-9.31	Знает принципы разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Знать и понимать устройство, работу и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники	ОПК(У)-1
РД2	Уметь анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных	ОПК(У)-2, ОПК(У)-14,

	направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	ПК(У)-9
РДЗ	Уметь обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков корпуса ракет, проводить расчеты по обеспечению прочности и жесткости ракетных конструкций	ОПК(У)-14 ПК(У)-9

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основы конструирования ракет-носителей и летательных аппарат	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	
	РД-3	Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 2 Последовательность разработки конструкции ракет-носителей	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	
	РД-3	Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 3 Нагрузки, действующие на ракету. Устойчивость ракет-носителей	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	
	РД-3	Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 4 Конструирование топливных отсеков	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	
	РД-3	Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 5 Конструктивно-силовые схемы сухих отсеков корпуса ракеты	РД-1	Лекции	6
	РД-2	Практические занятия	
	РД-3	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 6 Системы разделения ступеней и отделения головной части. Конструкция элементов специального назначения	РД-1	Лекции	6
	РД-2	Практические занятия	
	РД-3	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	16

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы конструирования ракет-носителей и летательных аппаратов

Общие понятия о конструировании ракет, ракет-носителей и летательных аппаратов. Требования, предъявляемые к конструкции. Компонировочные и конструктивно- силовые схемы. Формирование конструкции корпусов. Роль испытаний в процессе создания конструкции. Задачи К.Э.Циолковского. Формула Циолковского для многоступенчатой ракеты

Темы лекций:

1. Основы конструирования ракет-носителей и летательных аппаратов
2. Характеристика реактивного принципа движения и особенности ракетного полета.

Названия лабораторных работ

1. Расчет нагрузок для расчётных случаев на: корпус, головной отсек, спускаемый аппарат. - Ч.1

Раздел 2. Последовательность разработки конструкции ракет-носителей

Последовательность разработки конструкции. Автоматизация конструкторских работ. Цикл создания и эксплуатации ракеты и ракет-носителей.

Темы лекций:

1. *Последовательность разработки конструкции ракет-носителей.*

Названия лабораторных работ:

1. Расчет нагрузок для расчётных случаев на: корпус, головной отсек, спускаемый аппарат. - Ч.2

Раздел 3. Нагрузки, действующие на ракету. Устойчивость ракет-носителей.

Классификация и расчет внешних нагрузок. Внутренние силовые факторы. Анализ динамического нагружения конструкции ракет-носителей и летательных аппаратов. Тепловое нагружение корпуса. Расчетные случаи нагружения. Понятие коэффициента безопасности. Общие сведения об устройстве ракет. Конструктивно силовые схемы корпуса ступени. Нормирование требований по герметичности. Конструктивно-технологические средства обеспечения герметичности.

Темы лекций:

1. *Классификация и расчет внешних нагрузок*
2. *Общие сведения об устройстве ракет-носителей. Конструктивно силовые схемы корпуса ступени*

Названия лабораторных работ:

1. Расчет нагрузок для расчётных случаев на: корпус, головной отсек, спускаемый аппарат. - Ч.3

Раздел 4. Конструирование топливных отсеков

Конструирование топливных отсеков. Классификация топливных отсеков. Формирование конструктивно-силовых схем топливных баков. Конструктивное исполнение и расчет основных элементов арматуры топливных баков. Материалы и полуфабрикаты, используемые в конструкции топливных баков. Испытания топливных баков.

Темы лекций:

1. *Классификация и конструирование топливных отсеков*

Названия лабораторных работ:

1. *Проектировочные расчеты сжатых стержней и пластин.*

Раздел 5. Конструктивно-силовые схемы сухих отсеков корпуса ракеты

Конструктивно-силовые схемы сухих отсеков корпуса ракеты. Классификация сухих отсеков. Формирование конструктивно силовых схем отсеков. Выбор параметров теплозащиты отсеков

Темы лекций:

1. *Классификация сухих отсеков и конструктивно-силовые схемы сухих отсеков корпуса ракеты.*

Названия лабораторных работ:

1. Оценка устойчивости стержней и пластин.
2. Оценка устойчивости подкрепленной цилиндрической панели.

Раздел 6. Системы разделения ступеней и отделения головной части. Конструкция элементов специального назначения
--

Системы разделения ступеней и отделения головной части. Конструкция элементов специального назначения. Теплозащитные днища. Теплозащитные экраны. Отражательные устройства. Узлы связи с комплексом наземного оборудования. Транспортировочные опоры. Заправочные соединения компонентов топлива. Спецификация конструкции ракеты-носителя

Темы лекций:

1. *Системы разделения ступеней и отделения головной части. Конструкция элементов специального назначения. Спецификация конструкции космического летательного аппарата*

Названия лабораторных работ:

1. Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при различных действиях нагрузок: осевом сжатии, внешнем давлении, поперечном изгибе. – Ч.1
2. Проектировочные расчеты оболочек корпуса ракеты при различных действиях нагрузок: осевом сжатии, внешнем давлении, поперечном изгибе. – Ч.2

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Евстафьев, В. А. Конструирование космических аппаратов : учебное пособие / В. А. Евстафьев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, [б. г.]. — Часть 1 — 2018. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-

- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122054> (дата обращения: 20.05.2019).
2. Введение в ракетно-космическую технику : учебное пособие : в 2 томах / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под общей редакцией Г. Г. Вокина. — Вологда : Инфра-Инженерия, [б. г.]. — Том 1 — 2018. — 380 с. — ISBN 978-5-9729-0195-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108636> (дата обращения: 20.05.2019).
 3. Введение в ракетно-космическую технику : учебное пособие : в 2 томах / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под общей редакцией Г. Г. Вокина. — Вологда : Инфра-Инженерия, [б. г.]. — Том 2 — 2018. — 444 с. — ISBN 978-5-9729-0196-8. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108637> (дата обращения: 23.03.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 4. Людоговский, П. Л. Основы проектирования сборочной оснастки в технологиях производства летательных аппаратов : учебное пособие / П. Л. Людоговский. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2016. — 244 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149572> (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 5. Резник, С. В. Постановка тепловых испытаний элементов композитных стержневых космических конструкций : учебное пособие / С. В. Резник, О. В. Денисов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Моделирование температурного состояния стержневых космических конструкций — 2014. — 54 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58408> (дата обращения: 20.05.2019)
 6. Резник, С. В. Постановка тепловых испытаний элементов композитных стержневых космических конструкций : методические указания / С. В. Резник, О. В. Денисов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 2 : Экспериментальные исследования — 2016. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103451> (дата обращения: 20.05.2019)
 7. Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи : монография / Н. А. Важенин, В. А. Обухов, А. П. Плохих, Г. А. Попов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-9221-1410-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49101> (дата обращения: 20.05.2019).

Дополнительная литература:

1. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) : учебное пособие / В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов, В. И. Зернов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2005. — 375 с. — ISBN 5-217-03174-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/812> (дата обращения: 20.05.2019).
2. Разработка систем космических аппаратов / под редакцией П. Фортеस्कю [и др.]. — Москва : Альпина Паблишер, 2016. — 764 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87980> (дата обращения: 20.05.2019)
3. Зимин, В. Н. Механика трансформируемых крупногабаритных космических конструкций. В 2 частях. / В. Н. Зимин, С. В. Борzych. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 67 с.
4. Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе : учебник / Б. В. Обносов, В. А. Сорокин, Л. С. Яновский [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2012. — 303 с. —

Текст : электронный . URL: <https://e.lanbook.com/book/106299> (дата обращения: 20.05.2019).

5. Стрижиус, В. Е. Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций : справочное пособие / В. Е. Стрижиус. — Москва : Машиностроение, 2012. — 272 с. — ISBN 978-5-94275-652-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5797> (дата обращения: 20.05.2019).
6. Проектирование и отработка ракетно-прямоточных двигателей на твердом топливе : учебное пособие / В. А. Сорокин, Л. С. Яновский, Д. А. Ягодников [и др.] ; под общей редакцией А. Сорокина. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. — 317 с — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106453> (дата обращения: 20.05.2019).
7. Синильщиков, В. Б. Динамика конструкций: приближённые и аналитические методы : учебное пособие / В. Б. Синильщиков, О. В. Андреев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 129 с. — ISBN 978-5-85546-561-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64112> (дата обращения: 20.05.2019)
8. Гречух, И. Н. Прочность ракетных конструкций : учебное пособие / И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. — Омск : ОмГТУ, 2019. — 251 с. — ISBN 978-5-8149-2862-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149078> (дата обращения: 23.05.2020)
9. Глазков, Ю. Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов : учебное пособие / Ю. Ф. Глазков. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 79 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69416> (дата обращения: 23.05.2020)
10. Никитенко, В. И. Влияние невесомости на функционирование различных систем при полете космического аппарата : учебное пособие / В. И. Никитенко, А. С. Попов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 30 с. — ISBN 978-5-7038-3719-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52317> (дата обращения: 20.05.2019).

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Журнал «Русский космос» <https://www.roscosmos.ru/rkosmos/>
2. Научно-технический журнал «Авиационная промышленность» https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7638, <http://apniat.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

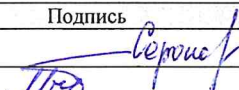
WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Lazarus; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Visual Studio 2019 Community; Mozilla Firefox ESR; PSF Python 3; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Тимакова, д.12, учебный корпус №16а, аудитория 210/6	– Компьютер - 10 шт. – Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; - Шкаф для одежды - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Тимакова, д.12, учебный корпус №16а, 304-поточная лекционная аудитория	– Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест; – Компьютер - 2 шт.; – Проектор - 1 шт.; – Телевизор - 2 шт.

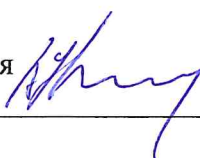
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.01 Машиностроение, профиль «Технологии космического материаловедения», специализация «Технологии космического материаловедения» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОМ		Сорокова С.Н.
Профессор ОМ		Мартюшев Н.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «01» июля 2019 г. №19/1).

Руководитель выпускающего отделения материаловедения
д.т.н, профессор

 / Клименов В.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от «01» сентября 2020 г. № 36/1