

Министерство науки и высшего образования РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Процессы воздействия естественных и техногенных факторов космического  
пространства на космические аппараты**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

**24.06.01 Авиационная и ракетно- космическая техника**

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

**05.07.02 Проектирование, конструирование и производство летательных аппаратов**

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: **Зачёт**

Санкт-Петербург, 2018 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО) ПО НАПРАВЛЕНИЮ: 24.06.01 «АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»

Программу составили:

Кафедра АЗ «Космические аппараты и двигатели»

Профессор кафедры АЗ, к. т. н., доцент Л. И. Калягин

Эксперт:

Начальник кафедры

ВКА имени А.Ф. Можайского, д.т.н., доцент А. А. Абдурахимов

«31» 10 2018 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы

АЗ «Космические аппараты и двигатели»

«31» 10 2018 г. Заведующий кафедрой АЗ, д. т. н., профессор В. А. Бабук

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по  
укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП)  
24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»

«31» 10 2018 г. Председатель УМК по УГНиСП: д. воен. н., с.н.с. А.Н. Сырцев

(протокол от 31. 08. 2018 №2/2018)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 10 2018 г. Директор библиотеки Н.В. Сесина

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),

Цель дисциплины - дать аспиранту знания, позволяющие с современных научных позиций рассмотреть подходы к описанию процессов взаимодействия естественных и техногенных факторов космического пространства с конструкциями, материалами и покрытиями космических аппаратов. Полученные знания призваны способствовать повышению уровня фундаментальной подготовки аспиранта и успешному завершению работы над диссертацией.

Основная задача дисциплины – привитие навыков в разработке описания сложных физико-химических процессов.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом соблюдения авторских прав (ОПК-3);
- способность к созданию теоретических моделей, позволяющих прогнозировать изменение характеристик элементов КА под воздействием факторов космического пространства и факторов техногенного характера (ПК-2);
- готовность к проведению испытаний на стойкость КА к воздействию факторов космического пространства и факторов техногенного характера (ПК-4).

В результате освоения дисциплины (модуля) аспиранты будут знать:

- естественные и техногенные факторы космического пространства, воздействующие на космические аппараты;
- методы имитации факторов космического пространства;
- современные приемы создания математических моделей.

уметь:

- использовать расчетные и экспериментальные методы для определения степени воздействия факторов космического пространства на космические аппараты;
- разрабатывать модели различного уровня явлений, протекающих в конструкциях, материалах и покрытиях космических аппаратов.

владеть:

- навыками создания и использования программных средств для изучения процессов взаимодействия факторов космического пространства с элементами конструкции, материалами и покрытиями космических аппаратов;
- навыками разработки методик имитации факторов космического пространства и экспериментальной отработки средств защиты от воздействия этих факторов.

приобретут опыт деятельности:

- по изучению процесса функционирования космических аппаратов в условиях космического полёта;
- по обобщению результатов экспериментальной отработки космических аппаратов в условиях космического полёта.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам программы аспирантуры.



№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостоятель ной работы
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
6	Обеспечение электромагнитной совместимости	2	2						
	Итого:	72	36	-	36	-	-	-	-

*Примечание:* ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛР – исследовательские лабораторные занятия, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;

### 3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
1	1	Цели задачи курса. Общая характеристика космического пространства и действующих в нём естественных и техногенных факторов	2	[1], [4], [5]
2	2	Влияние вакуума: потери газов, сублимация материалов, диффузия, изменение оптических радиационных характеристик, изменение коэффициента аккомодации, изменение теплопроводности и электропроводности, изменение механических свойств, возрастание адгезии и когезии	2	[4], [5]
2	3	Влияние космической радиации: электромагнитное излучение, корпускулярное излучение, галактическое космическое излучение, солнечное космическое излучение и их влияние на материалы и покрытия	2	[4], [5]
2	4	Воздействие микрометеороидного вещества	2	[4], [7]
2	5	Влияние невесомости и внешних тепловых потоков	2	[5]
3	6	Влияние ионизированной плазмы стационарного плазменного двигателя: требования по уровням воздействия стационарных плазменных двигателей, предъявляемые к космическому аппарату; обеспечение стойкости космического аппарата к воздействию плазмы стационарного плазменного двигателя	2	[3], [6], [10]
3	7	Расчёт концентрации ионов в различных зонах размещения оборудования	2	[6]
3	8	Анализ стойкости бортовой кабельной сети к воздействию плазмы; анализ соответствия высоковольтного оборудования заданным требованиям	2	[3], [6]
3	9	Обеспечения стойкости оборудования и КА в целом к эрозионно-загрязняющему воздействию струй стационарных плазменных двигателей	2	[8]
3	10	Обеспечения стойкости оборудования и КА в целом к загрязняющему воздействию собственной внешней атмосферы и атмосферы негерметичных отсеков	2	[8]
3	11	Характеристики взаимодействия космического аппарата с техногенными частицами; перечень элементов космического аппарата, критичных к воздействию техногенных частиц	2	[5], [7]

## 5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов

Примерные контрольные вопросы:

1. Влияние вакуума на неорганические и органические материалы, смазки, используемые в космической технике.
2. Влияние электромагнитного и корпускулярного излучения на материалы и покрытия КА.
3. Воздействие метеоритно-техногенных частиц на материалы и покрытия КА
4. Влияние термооптических характеристик покрытий КА на величину поглощённых внешних тепловых потоков.
5. Влияние невесомости на тепловой режим КА.
6. Факторы техногенного характера, влияющие на работоспособность КА.
7. Характеристики ионизированной плазмы плазменных ракетных двигателей.
8. Требования по уровням воздействия стационарных плазменных двигателей, предъявляемые к космическому аппарату.
9. Влияние разного рода загрязнений на работоспособность КА.
10. Виды испытаний на стойкость к воздействиям факторов космического пространства и факторов техногенного характера .

## 5. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением инновационных технологий: лекции-консультации, лекции-дискуссии.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

- информационно-справочная система БГТУ «Военмех»;
- программные средства, разработанные на кафедре «Космические аппараты и двигатели»
- программные средства: Mathcad, SolidWorks, КОМПАС.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
1	Сапего М. К., Тестоедов Н. А., Атамасов В. Д. и др.	Теории проектирования сложных технических систем космического базирования.	ФГУП «КБ Арсенал им. М. В. Фрунзе», БГТУ «ВОЕНМЕХ», АО ИСС им. М.Ф. Решетнёва»	2012
2	Романов А. В., Тестоедов Н. А.	Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов	ФГУП «КБ Арсенал им. М. В. Фрунзе», БГТУ «ВОЕНМЕХ», АО ИСС им. М.Ф. Решетнёва»	2015



## СПРАВКА

### о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им.Д.Ф.Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: Процессы воздействия естественных и техногенных факторов космического пространства на космические аппараты.

2. Кафедра: Космические аппараты и двигатели .

3. Основная литература:

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
1	Сапего М. К., Тестоедов Н. А., Атамасов В. Д. и др.	Теории проектирования сложных технических систем космического базирования.	ФГУП «КБ Арсенал им. М. В. Фрунзе», БГТУ «ВОЕНМЕХ», АО ИСС им. М.Ф. Решетнёва»	2012
2	Романов А. В., Тестоедов Н. А.	Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов	ФГУП «КБ Арсенал им. М. В. Фрунзе», БГТУ «ВОЕНМЕХ», АО ИСС им. М.Ф. Решетнёва»	2015
3	Воробьева Г.А., Складнова Е.Е., Ерофеев В.К., Устинова А.А.	Конструкционные стали и сплавы: учеб. пособие/ ред. Г.А. Воробьевой.	«Политехника» – СПб.	2013
4	Быков, Ю.А.	Методы исследования материалов и покрытий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Быков, С.Д. Карпунин	Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 45 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/103350">https://e.lanbook.com/book/103350</a>	2015

4. Дополнительная литература:

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
5	Калягин Л. И.	Материалы и покрытия в космической технике	БГТУ «ВОЕНМЕХ»	1996
6		Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды. /Под ред. акад. Г.И. Петрова.	Машиностроение	1971
7	Шкарбан И. И.	Энергообмен между потоками ионов и поверхностями конструкционных материалов: учебное пособие.	МАИ	1994
8		Вещество метеорное. Модель пространственного распределения.	ГОСТ 256645. 128-85	1985
9	Атамасов В. Д., Полетаев Б. И. и др.	Устройства защиты поверхностей энергоизлучающих систем космических аппаратов.	ВИКУ им. А. Ф. Можайского	2000
10		Взаимодействие атомных частиц с поверхностью твердого тела.	Наука	1968
11	Арифов У. А.	Атомные и ионные столкновения на поверхности металла.	Мир	1967

5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

ЭБС: <http://e.lanbook.com/>

Директор библиотеки БГТУ \_\_\_\_\_

Н. В. Сесина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.