

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	34	17	17	0	74	0	0	74	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Семенов Алексей Анатольевич, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте

ПК-1 — Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-7**

*знания:*

представление о факторах космического пространства и условиях функционирования космических аппаратов;

на уровне воспроизведения:

- назначение, принципы устройства и функционирования агрегатов и систем КА;

на уровне понимания:

- понимание принципов функционирования бортовых систем и агрегатов космического аппарата;

- понимание физических основ функционирования бортовых систем и агрегатов космического аппарата;

*умения:*

теоретические:

- умение обосновать состав бортовых систем космического аппарата в соответствии с его целевым назначением;

практические:

- умение определять комплект бортовой аппаратуры, необходимый для функционирования космического аппарата, выбирать конструктивные решения, обеспечивающие работу космического

аппарата;

*навыки:*

оценка оптимального состава бортовых систем космического аппарата.

## **ПК-1**

*знания:*

на уровне представлений: об основах устройства и назначения систем КА;

на уровне воспроизведения: основных законов, на которых строится работа агрегатов;

на уровне понимания: понимание процессов, сопровождающих работу бортовых систем космического аппарата;;

*умения:*

теоретические: использовать математический аппарат для определения основных рабочих параметров систем и агрегатов КА;

практические: умение определять комплект бортовой аппаратуры, необходимый для функционирования космического аппарата, выбирать конструктивные решения, обеспечивающие работу КА;

*навыки:*

формирование состава бортовых систем КА.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.01 *Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ТЕРМОДИНАМИКА, ФИЗИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-7	ПК-1
3	6	<b>Раздел 1. Условия космического полёта.</b> 1.1. Влияние вакуума на функционирование КА 1.2. Радиационная опасность 1.3. Метеорная опасность 1.4. Влияние невесомости 1.5. Влияние внешних тепловых потоков.	17	3	3	0	14	20	20
3	6	<b>Раздел 2. Космические объекты и системы.</b> 2.1. Основные определения 2.2. Классификация космических аппаратов.	17	5	1	4	12	15	15
3	6	<b>Раздел 3. Конструктивно-компоновочные схемы. Бортовые системы и агрегаты космических аппаратов.</b> 3.1. Конструктивно-компоновочные схемы космических аппаратов 3.2 Состав космических аппаратов.	18	6	2	4	12	10	10
3	6	<b>Раздел 4. Системы электропитания.</b> 4.1. Энергоустановки на базе солнечных батарей 4.2. Электрохимические генераторы 4.3. Изотопные генераторы 4.4. Газотурбинные преобразователи тепла 4.5. Требования к бортовой кабельной сети.	10	3	2	1	7	7	7
3	6	<b>Раздел 5. Системы обеспечения теплового режима.</b> 5.1. Двухконтурная система терморегулирования. Газожидкостные теплообменники. Средства термостатирования. Жидкостно-жидкостный теплообменник. Регулятор расхода жидкости. Радиационный теплообменник. Испарительный теплообменник 5.2. Тепловой аккумулятор 5.3. Компенсатор 5.4. Тепловые трубы 5.5. Пассивные средства терморегулирования.	11	4	2	2	7	10	10
3	6	<b>Раздел 6. Системы управления движением: датчики информации, двигательные установки.</b> 6.1. Датчики информации СУД 6.2. Исполнительные органы СУД.	11	4	2	2	7	10	10
3	6	<b>Раздел 7. Радиотехнические системы.</b> 7.1. Состав радиотехнических систем 7.2. Система радиотелеметрии.	10	3	2	1	7	6	6
3	6	<b>Раздел 8. Системы управления бортовой аппаратурой.</b> 8.1. Задачи, решаемые системой управления бортовой аппаратурой 8.2. Структурная схема. Способы представления информации.	5	1	1	0	4	7	7
3	6	<b>Раздел 9. Комплекс средств приземления.</b> 9.1. Парашютные системы 9.2. Средства обеспечения мягкой посадки 9.3. Средства поддержания заданного положения на плаву 9.4. Средства амортизации удара 9.5. Управление средствами приземления 9.2. Система пеленгации.	9	5	2	3	4	15	15
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	34	17	17	74	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	34	17	17	74	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Космические объекты и системы.	Универсальная малогабаритная спускаемая капсула: назначение, функционирование	1
2		Космический аппарат «Зенит»: назначение, функционирование	1
3		Спутниковая платформа "Экспресс-1000": назначение, функционирование	2
4	Раздел 3. Конструктивно-компоновочные схемы. Бортовые системы и агрегаты космических аппаратов.	Универсальная малогабаритная спускаемая капсула: конструктивно-компоновочная схема. Состав бортовых систем	1
5		Космический аппарат «Зенит»: конструктивно-компоновочная схема. Состав бортовых систем	1
6		Спутниковая платформа "Экспресс-1000": конструктивно-компоновочная схема. Состав бортовых систем	2
7	Раздел 4. Системы электропитания.	Спутниковая платформа "Экспресс-1000": система электропитания.	1
8	Раздел 5. Системы обеспечения теплового режима.	Космический аппарат «Зенит»: система обеспечения теплового режима	1
9		Спутниковая платформа "Экспресс-1000":	1

		система обеспечения теплового режима	
10	Раздел 6. Системы управления движением: датчики информации, двигательные установки.	Космический аппарат «Зенит»: система управления движением	1
11		Спутниковая платформа "Экспресс-1000": система управления движением	1
12	Раздел 7. Радиотехнические системы.	Спутниковая платформа "Экспресс-1000": бортовой комплекс управления	1
13	Раздел 9. Комплекс средств приземления.	Космический аппарат «Зенит»: система приземления	2
14		Универсальная малогабаритная спускаемая капсула: система приземления	1
Всего за 6 семестр			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Условия космического полёта.	Влияние вакуума на функционирование КА	3
2		Влияние невесомости на функционирование космических аппаратов	2
3		Влияние внешних тепловых потоков на функционирование космических аппаратов	3
4		Радиационная опасность космических полетов	3
5		Метеорная опасность космических полетов	3
6	Раздел 2. Космические объекты и системы.	Космические аппараты дистанционного зондирования Земли	2
7		Научные космические аппараты	2
8		Орбитальные станции	2
9		Спутниковые системы связи	3
10		Спутниковые навигационные системы	3
11	Раздел 3. Конструктивно-компоновочные схемы. Бортовые системы и агрегаты космических аппаратов.	Конструктивно-компоновочные схемы пилотируемых космических аппаратов	3
12		Конструктивно-компоновочные схемы автоматических космических аппаратов	3
13		Конструктивно-компоновочные схемы орбитальных станций	3
14		Состав бортовых систем космических аппаратов	3
15	Раздел 4. Системы электропитания.	Бортовая кабельная сеть	1
16		Энергоустановки на базе солнечных батарей	2
17		Электрохимические генераторы	2
18		Изотопные генераторы	1
19		Газотурбинные преобразователи тепла	1
20	Раздел 5. Системы обеспечения теплового режима.	Жидкостно-жидкостный теплообменник, регулятор расхода жидкости	1
21		Радиационный теплообменник, испарительный теплообменник	1
22		Тепловой аккумулятор, компенсатор	1
23		Газожидкостные теплообменники, средства термостатирования	2
24		Тепловые трубы, пассивные средства терморегулирования	2
25	Раздел 6. Системы управления движением: датчики информации, двигательные установки.	Датчики информации: определение направления на заданную звезду, относительно осей, связанных с КА, ионный датчик	1
26		Датчики информации: датчики памяти (свободный гироскоп), датчик угловой скорости, струнный акселерометр	1

27		Исполнительные органы СУД: двигатели – маховики	1
28		Датчики информации: инфракрасные построители вертикали, солнечный датчик	2
29		Исполнительные органы СУД: реактивные двигатели, размещение реактивных двигателей	2
30	Раздел 7. Радиотехнические системы.	Основные задачи и состав бортового комплекса управления	1
31		Система бортовых измерений	1
32		Системы радиотелефонной, радиотелеграфной и телевизионной связи	1
33		Система радиотелеметрии	2
34		Антенно-фидерные устройства	2
35	Раздел 8. Системы управления бортовой аппаратурой.	Системы управления бортовой аппаратурой	4
36	Раздел 9. Комплекс средств приземления.	Средства поддержания заданного положения на плаву, средства амортизации удара, управление средствами приземления	1
37		Система пеленгации	1
38		Парашютные системы, средства обеспечения мягкой посадки	2
Всего за 6 семестр			74

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																17
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			ЛР			ДР	ЛР			ДР	ЛР				ЛР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. П. Аджян, Э. Л. Аким, О. М. Алифанов. . Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Москва: Машиностроение, 2012, эл. рес.
2. В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
3. И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника. М.: Машиностроение, 2014, эл. рес.
4. Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Универсальная малогабаритная спускаемая капсула. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 57 экз.
5. Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Космические аппараты серии "Зенит". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 53 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. Вестник воздушно-космической обороны.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Полноразмерный весовой макет КА «Глонасс-К»;
2. Полноразмерный макет КА «Зея»;
3. Фрагменты агрегатов систем терморегулирования КА;
4. Фрагменты КА «Плазма» и «Эстафета».

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-7 Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте;

ПК-1 Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением условий космического полета, основных процессов, протекающих в элементах космических аппаратов, способах защиты от неблагоприятных внешних воздействий, подходов к выбору и обоснованию конструктивно-компоновочной схемы космического аппарата. Рассматривается назначение и устройство основных бортовых систем космического аппарата.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Условия космического полёта.		
Влияние вакуума на функционирование КА	А. П. Аджян, Э. Л. Аким, О. М. Алифанов. . Ракетно-космическая техника. Машиностроение: Москва: Машиностроение, 2012 (1.1, 1.2, 1.3)	3
Влияние невесомости на функционирование космических аппаратов		2
Влияние внешних тепловых потоков на функционирование космических аппаратов		3
Радиационная опасность космических полетов		3
Метеорная опасность космических полетов		3
Итого по разделу 1		14
Раздел 2. Космические объекты и системы.		
Космические аппараты дистанционного зондирования Земли	Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Универсальная малогабаритная спускаемая капсула: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1, 2) И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (1.1, 1.2) В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Космические аппараты серии "Зенит": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	2
Научные космические аппараты		2
Орбитальные станции		2
Спутниковые системы связи		3
Спутниковые навигационные системы		3
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Конструктивно-компоновочные схемы. Бортовые системы и агрегаты космических аппаратов.		
Конструктивно-компоновочные схемы пилотируемых космических аппаратов	Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Универсальная малогабаритная спускаемая капсула: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2, 3) И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (2.1, 2.2, 23, 2.4, 25, 2.6, 2.7) В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000":	3
Конструктивно-компоновочные схемы автоматических космических аппаратов		3
Конструктивно-компоновочные схемы орбитальных станций		3
Состав бортовых систем космических аппаратов		3

	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1, 2, 3, 4, 5, 6) Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Космические аппараты серии "Зенит": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1, 2)	
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Системы электропитания.</b>		
Бортовая кабельная сеть	И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (5.3)	1
Энергоустановки на базе солнечных батарей	В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2)	2
Электрохимические генераторы		2
Изотопные генераторы		1
Газотурбинные преобразователи тепла		1
Итого по разделу 4		7
<b>Раздел 5. Системы обеспечения теплового режима.</b>		
Жидкостно-жидкостный теплообменник, регулятор расхода жидкости	И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (5.4)	1
Радиационный теплообменник, испарительный теплообменник	Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Космические аппараты серии "Зенит": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2.3)	1
Тепловой аккумулятор, компенсатор	В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3)	1
Газожидкостные теплообменники, средства термостатирования		2
Тепловые трубы, пассивные средства терморегулирования		2
Итого по разделу 5		7
<b>Раздел 6. Системы управления движением: датчики информации, двигательные установки.</b>		
Датчики информации: определение направления на заданную звезду, относительно осей, связанных с КА, ионный датчик	И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (4.4)	1
Датчики информации: датчики памяти (свободный гироскоп), датчик угловой скорости, струнный акселерометр	В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4)	1
Исполнительные органы СУД: двигатели – маховики	Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Космические аппараты серии "Зенит": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2.5)	1
Датчики информации: инфракрасные построители вертикали, солнечный датчик		2
Исполнительные органы СУД: реактивные двигатели, размещение реактивных двигателей		2
Итого по разделу 6		7
<b>Раздел 7. Радиотехнические системы.</b>		
Основные задачи и состав бортового комплекса управления	И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (4.5)	1
Система бортовых измерений	В. И. Ермолаев, В. П. Белов, В. А. Евстафьев. . Спутниковая платформа "Экспресс-1000": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5)	1
Системы радиотелефонной, радиотелеграфной и телевизионной связи		1
Система радиотелеметрии		2
Антенно-фидерные устройства		2
Итого по разделу 7		7
<b>Раздел 8. Системы управления бортовой аппаратурой.</b>		
Системы управления бортовой аппаратурой	И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (4.1, 4.2, 4.3)	4
Итого по разделу 8		4

Раздел 9. Комплекс средств приземления.		
Средства поддержания заданного положения на плаву, средства амортизации удара, управление средствами приземления	Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Космические аппараты серии "Зенит": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2.3) И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин , Э. В Алексеев. . Ракетно-космическая техника: М.: Машиностроение, 2014 (1) Н. К. Матвеев, А. А. Семёнов. . Универсальная малогабаритная спускаемая капсула: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3.5)	1
Система пеленгации		1
Парашютные системы, средства обеспечения мягкой посадки		2
Итого по разделу 9		4

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

### **Критерии оценивания**

#### **Диагностическая работа**

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### **Вопросы к дифференцированному зачету**

Перечень вопросов размещен в УМК дисциплины.

#### **Лабораторная работа**

В процессе выполнения лабораторных работ студенты работают с макетами и образцами космических аппаратов и их элементами, расположенными в классе космической техники кафедры АЗ. Защита лабораторных работ осуществляется в виде ответа на вопросы преподавателя по устройству и принципам функционирования изучаемого космического аппарата. Ответ должен сопровождаться демонстрацией с использованием имеющегося макета или изделия.

Критерии оценивания

Оценка «зачтено»: Студент ответил на первый вопрос преподавателя, либо не ответил на первый вопрос преподавателя, но на второй вопрос ответил верно.

Оценка «не зачтено»: студент не ответил на два вопроса преподавателя. В этом случае студент направляется на дополнительную подготовку, а лабораторная работа подлежит пересдаче до получения положительной оценки.

#### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К сдаче дифф. зачета допускаются студенты при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины

Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы дифференцированного зачета, которые входят в состав УМК дисциплины.

Критерии оценивания:

- оценка «зачтено-отлично»: студент дал полные правильные ответы на два основных вопроса преподавателя;
- оценка «зачтено-хорошо»: студент не ответил на один из основных вопросов преподавателя, но на дополнительный вопрос ответил верно;
- оценка «зачтено-удовлетворительно»: студент не ответил на основные вопросы преподавателя, но на дополнительные вопросы ответил верно;
- оценка «не зачтено»: студент не ответил вопросы преподавателя.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-7	ПК-1	
3	6	Раздел 1. Условия космического полёта.	17	3	3	0	14	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 2. Космические объекты и системы.	17	5	1	4	12	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Конструктивно-компоновочные схемы. Бортовые системы и агрегаты космических аппаратов.	18	6	2	4	12	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Системы электропитания.	10	3	2	1	7	7	7	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 5. Системы обеспечения теплового режима.	11	4	2	2	7	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 6. Системы управления движением: датчики информации, двигательные установки.	11	4	2	2	7	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 7. Радиотехнические системы.	10	3	2	1	7	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 8. Системы управления бортовой аппаратурой.	5	1	1	0	4	7	7	Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 9. Комплекс средств приземления.	9	5	2	3	4	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
Всего за 6 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	



## **Оценочные материалы по дисциплине УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

**ОПК-7 - Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений

1. Наземный специальный комплекс

2. Космическая система

А. Совокупность согласованно действующих и взаимосвязанных технических средств космического комплекса и наземного специального комплекса (аппаратура приёма и передачи информации), предназначенная для решения целевых задач

Б. Технические средства которого размещаются на поверхности Земли в стационарных сооружениях или на мобильных средствах, предназначенный для обеспечения заказчика и его потребителей целевой информацией, проведения её обработки с целью дешифрования и интерпретации

В. Совокупность ракеты с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Распределите КА по возрастанию массы

1. мини

2. фемто

3. большие

4. малые

5. пико

6. нано

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Распределите КА по увеличению высоты орбиты

1. Геостационарный спутник связи

2. Космический аппарат фоторазведки

3. Навигационный космический аппарат

4. Космический аппарат дистанционного зондирования Земли на солнечно-синхронной орбите

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

По решению Международной авиационной федерации космическими принято считать те полеты, высота которых составляет

1. Не менее 80км

2. Не менее 100км

3. Не менее 160км

4. Не менее 200км

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Космический комплекс представляет собой

1. Совокупность средств, предназначенных для решения задач в космосе и из космоса
2. Совокупность ракеты с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями
3. Совокупность технических средств космического комплекса и наземного специального комплекса
4. Специальный комплекс, предназначенный для обеспечения заказчика и его потребителей целевой информацией

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Ракетно-космический комплекс представляет собой

1. Совокупность средств, предназначенных для решения задач в космосе и из космоса
2. Совокупность ракеты с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями
3. Совокупность технических средств космического комплекса и наземного специального комплекса
4. Специальный комплекс, предназначенный для обеспечения заказчика и его потребителей целевой информацией

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Полет КА будет происходить:

1. Вне планеты
2. В условиях глубокого вакуума
3. В условиях невесомости
4. В условиях отсутствия силы тяжести

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое разгонный блок

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Чем определяется защитное действие противометеорного экрана?

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений

1. Космический комплекс (КК)
2. Ракетно-космический комплекс

А. Совокупность функционально взаимосвязанных орбитальных и наземных технических средств, предназначенных для решения задач в космосе и из космоса в составе космической системы или орбитальной группировки

Б. Совокупность ракеты или ракет космического назначения с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями, предназначенными для обеспечения транспортирования, хранения, приведения и содержания в готовности, технического обслуживания, подготовки, пуска и контроля полета ракет космического назначения на участке выведения

В. Специальный комплекс, предназначенный для обеспечения заказчика и его потребителей целевой информацией

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

## Влияние вакуума на функционирование КА

1. Диффузия
2. Ухудшение теплопередачи
3. Деформация элементов КА
4. Откалывание частиц от внутренней поверхности корпуса

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Под воздействием космических корпускулярных излучений в материалах происходят различные физико-химические процессы, вызывающие их радиационные повреждения и проявляющиеся в

1. Поверхностной эрозии
2. Ионизации вещества
3. Смещении атомов
4. Потери герметичности

**ПК-1 - Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем состоит назначение спутниковой платформы «Экспресс-1000Н»?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие повреждения КА способны вызвать столкновения с метеорными частицами?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений

1. Технический комплекс космодрома
2. Космодром

А. Территория, на которой размещается комплекс сооружений, предназначенный для хранения, содержания в готовности, подготовки к пуску, для пуска и контроля полёта ракет космического назначения на участке выведения

Б. Технические средства и сооружения, предназначенные для приёма, хранения, сборки и испытаний ракет-носителей и космических средств, пристыковки и подготовки их к вывозу на стартовый комплекс, а также для заправки КА компонентами топлива и сжатыми газами

В. Совокупность технических средств и сооружений, предназначенных для управления функционированием орбитальных средств с момента их выведения на орбиту

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Распределите КА по времени разработки от более ранних к поздним

1. Зенит-2
2. ГЛОНАСС-М
3. Союз
4. ГЛОНАСС-К
5. Янтарь

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Распределите ракеты-носители по увеличению массы полезной нагрузки, выводимой на низкую опорную орбиту

1. Ангара А5В

2. Союз-У

3. Союз-2.16

4. Ангара А5

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Наземный комплекс управления

2. Стартовый комплекс

А. Совокупность технических средств и сооружений, предназначенных для управления функционированием орбитальных средств с момента их выведения на орбиту.

Б. Совокупность технологически и функционально взаимосвязанных подвижных и стационарных технических средств, средств управления и сооружений, предназначенных для обеспечения и проведения всех видов работ с ракетами космического назначения и (или) их составными частями с момента поступления ракеты космического назначения на стартовую позицию космического ракетного комплекса до пуска и при пуске

В. Технические средства и сооружения, предназначенные для приёма, хранения, сборки и испытаний ракет-носителей и космических средств, пристыковки и подготовки их к вывозу на стартовый комплекс, а также для заправки КА компонентами топлива и сжатыми газами

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Космическая система представляет собой

1. Совокупность средств, предназначенных для решения задач в космосе и из космоса

2. Совокупность ракеты с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями

3. Совокупность технических средств космического комплекса и наземного специального комплекса

4. Специальный комплекс, предназначенный для обеспечения заказчика и его потребителей целевой информацией

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Наземный специальный комплекс

1. Совокупность средств, предназначенных для решения задач в космосе и из космоса

2. Совокупность ракеты с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями

3. Совокупность технических средств космического комплекса и наземного специального комплекса

4. Специальный комплекс, предназначенный для обеспечения заказчика и его потребителей целевой информацией

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Наземный комплекс управления

1. Совокупность средств, предназначенных для решения задач в космосе и из космоса

2. Совокупность ракеты с полезной нагрузкой, функционально взаимосвязанными с техническими средствами и сооружениями

3. Совокупность технических средств космического комплекса и наземного специального комплекса

4. Совокупность средств, предназначенных для управления функционированием орбитальных средств

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Полет КА будет происходить:

1. В условиях метеорной опасности
2. В условиях радиационной опасности
3. В условиях отсутствия силы тяжести
4. В условиях воздействия теплового излучения

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Влияние вакуума на функционирование КА

1. Потери газа
2. Сублимация материалов
3. Деформация элементов КА
4. Откалывание частиц от внутренней поверхности корпуса

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Столкновения с метеорными частицами в зависимости от их размеров, скорости и плотности, а также места удара способны вызвать следующие повреждения КА:

1. Пробои герметизирующей оболочки корпуса
2. Эрозию внешних поверхностей
3. Откалывание частиц от внутренней поверхности
4. Сублимацию материалов