

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Юнаков Л. П.  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Космические летательные аппараты и разгонные блоки
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ 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	
4	7	5	180	68	34	0	34	112	0	18	94	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Ермолаев Владимир Иванович, д.т.н., профессор, профессор

\_\_\_\_\_

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

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

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

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 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:

ПСК-2/23.1 — способность осуществлять техническое сопровождение создания разгонных блоков ракет космического назначения, межорбитальных буксиров

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2/23.1**

*знания:*

- на уровне представлений: методологии системного проектирования транспортно-космических аппаратов (ТКА);

- на уровне воспроизведения: объема и содержания основных этапов проектирования ТКА;

- на уровне понимания: принципов системного проектирования ТКА;;

*умения:*

- теоретические: постановки и решения задач оптимизации структуры и параметров ТКА;

- практические: самостоятельного решения проектных задач ТКА;;;

*навыки:*

- разработки компьютерных программ и анализа полученных результатов;

- использования программных средств в процессе проектирования ТКА..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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	Практические занятия		ПСК-2/23.1
4	7	Раздел 1. Общая характеристика транспортных космических аппаратов. 1.1. Дидактическая единица 1. Классификация ТКА и виды маневров, совершаемых ТКА. 1.2. Дидактическая единица 2. Основные проектные параметры ТКА.	21	4	4	0	17	25
4	7	Раздел 2. Расчет маневров космических аппаратов. 2.1. Дидактическая единица 3. Основные положения импульсной теории маневров. 2.2. Дидактическая единица 4. Расчет импульсных межорбитальных перелетов. 2.3. Дидактическая единица 5. Потери характеристической скорости на протяженных активных участках и способы их снижения. 2.4. Дидактическая единица 6. Расчет межорбитального перелета с протяженными активными участками.	61	24	12	12	37	25
4	7	Раздел 3. Проектирование транспортных космических аппаратов с жидкостными ракетными двигательными установками. 3.1. Дидактическая единица 7. Расчет параметров межорбитальных перелетов ТКА. 3.2. Дидактическая единица 8. Расчет проектных параметров ТКА.	61	24	12	12	37	25
4	7	Раздел 4. Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА с ЖРДУ. 4.1. Дидактическая единица 9. Обоснование компоновочной и силовой схемы ТКА. 4.2. Дидактическая единица 10. Расчет геометрических и инерционных параметров ТКА.	37	16	6	10	21	25
Всего за 7 семестр			180	68	34	34	112	100
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Расчет маневров космических аппаратов.	Расчет импульсных межорбитальных перелетов	6
2		Расчет межорбитальных перелетов с протяженными активными участками	6
3	Раздел 3. Проектирование транспортных космических аппаратов с жидкостными ракетными двигательными установками.	Проектирование ТКА с ЖРДУ при групповом транспортном обеспечении полезных грузов.	6
4		Проектирование ТКА с ЖРДУ при раздельном транспортном обеспечении полезных грузов.	6
5	Раздел 4. Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА с ЖРДУ.	Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА с ЖРДУ.	10
Всего за 7 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общая характеристика транспортных космических аппаратов.	Изучение лекционного материала.	17
2	Раздел 2. Расчет маневров космических аппаратов.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Разработка алгоритмов решения практических задач. Подготовка к защите практических работ.	37
3	Раздел 3. Проектирование транспортных космических аппаратов с жидкостными	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Разработка алгоритмов решения практических задач. Подготовка к защите практических работ.	37

	ракетными двигательными установками.		
4	Раздел 4. Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА с ЖРДУ.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Разработка алгоритмов решения практических задач. Подготовка к защите практических работ.	21
<b>Всего за 7 семестр</b>			112

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 0. Этап 1. Оформление задания на КР. Анализ литературы по теме КР.	6 - 7	3
Этап 0. Этап 2. Обоснование способов выполнения маневров ТКА	8 - 9	3
Этап 0. Этап 3. Обоснование проектных параметров ТКА	10 - 11	3
Этап 0. Этап 4. Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА	12 - 13	3
Этап 0. Этап 5. Оформление расчетно-пояснительной записки	14 - 15	3
Этап 0. Этап 6. Оформление графического иллюстративного материала и защита	16 - 17	3
<b>Всего за 7 семестр</b>		18

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				ВПЗ		ДР		ВПЗ		ДР		ВПЗ			ВПЗ	ДР	КР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- КР – курсовая работа.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
2. В. И. Ермолаев. . Проектирование транспортных космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 52 экз.
3. В. И. Ермолаев. . Проектирование транспортных космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение.

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

1. <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:

1. Mathcad Prime 3.1;
2. КОМПАС-3D V17;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office.

### 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. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
4. Mathcad Prime 3.1;
5. КОМПАС-3D V17;
6. Matlab 2015a SP1;
7. Microsoft Office.

### **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 **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. 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*:

ПСК-2/23.1 способность осуществлять техническое сопровождение создания разгонных блоков ракет космического назначения, межорбитальных буксиров.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методологией системного проектирования транспортных космических аппаратов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме защиты отчетов по практическим работам, а также промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены 34 часа лекций, 34 часа практических занятий и 76 часов самостоятельной работы студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**112 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 112 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.
<b>Раздел 1. Общая характеристика транспортных космических аппаратов.</b>		
Изучение лекционного материала.	В. И. Ермолаев. . Проектирование транспортных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1)	17
Итого по разделу 1		17
<b>Раздел 2. Расчет маневров космических аппаратов.</b>		
Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Разработка алгоритмов решения практических задач. Подготовка к защите практических работ.	В. И. Ермолаев. . Проектирование транспортных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2, 3) А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)	37
Итого по разделу 2		37
<b>Раздел 3. Проектирование транспортных космических аппаратов с жидкостными ракетными двигателями.</b>		
Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Разработка алгоритмов решения практических задач. Подготовка к защите практических работ.	В. И. Ермолаев. . Проектирование транспортных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3, 4)	37
Итого по разделу 3		37
<b>Раздел 4. Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА с ЖРДУ.</b>		
Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Разработка алгоритмов решения практических задач. Подготовка к защите практических работ.	В. И. Ермолаев. . Проектирование транспортных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3, 4)	21
Итого по разделу 4		21

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа;
- экзамен.

### 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/задания по темам ПЗ

Перечень заданий по темам ПЗ входит в состав УМК дисциплины. Отчеты по практическим работам представляются в печатном виде. Отчет считается принятым при выполнении следующих требований:

- расчеты выполнены правильно;
- принятые в работе проектные решения достаточно полно обоснованы;
- графические материалы выполнены с соблюдением действующих стандартов;
- правильность ответа на вопрос преподавателя по содержанию отчета;
- допускаются незначительные исправления в отчете.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- ошибок в расчетах и существенных отклонений от действующих стандартов при оформлении графического материала;
- грубых ошибок при ответах на вопросы преподавателя.

#### Курсовая работа

Тематика курсовых работ содержится в УМК дисциплины.

Перед защитой курсовой работы студент представляет на проверку пояснительную записку и графические материалы. Материалы курсовой работы представляются в печатном виде. При положительном результате контроля проводится защита, включающая доклад студента и ответы на вопросы преподавателя. Курсовая работа считается принятой при выполнении всех следующих требований:

- расчеты выполнены правильно;
- принятые решения достаточно полно обоснованы;
- графические материалы выполнены с соблюдением действующих стандартов;
- студент в основном правильно ответил на вопрос преподавателя.

Курсовая работа отдается на доработку или назначается повторная защита в следующих случаях:

- наличие ошибок в расчетах и существенных отклонений от действующих стандартов при оформлении графического материала;
- студент допустил грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка за курсовую работу выставляется по результатам защиты:

«отлично» - при полных ответах на вопросы,

«хорошо» - при наличии несущественных ошибок в ответах на вопросы,

«удовлетворительно» - при наличии существенных ошибок в ответах, которые были исправлены после наводящих вопросов,

«не защитил» - при наличии существенных ошибок в ответах, которые обучающийся не смог исправить после наводящих вопросов.

#### Экзамен

К экзамену допускаются обучающиеся при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

На экзамене студенту задаются два экзаменационных вопроса: один теоретический и один практический. Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов на экзаменационные вопросы:

«отлично» - при полных ответах на экзаменационные и дополнительные вопросы,  
«хорошо» - при наличии несущественных ошибок в ответах на экзаменационные и дополнительные вопросы,  
«удовлетворительно» - при наличии существенных ошибок в ответах, которые были исправлены после наводящих вопросов,  
«неудовлетворительно» - при наличии существенных ошибок в ответах, которые обучающийся не смог исправить после наводящих вопросов.  
Перечень экзаменационных вопросов входит в состав УМК дисциплины.

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	Практические занятия		ПСК-2/23.1	
4	7	Раздел 1. Общая характеристика транспортных космических аппаратов.	21	4	4	0	17	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 2. Расчет маневров космических аппаратов.	61	24	12	12	37	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 3. Проектирование транспортных космических аппаратов с жидкостными ракетными двигательными установками.	61	24	12	12	37	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 4. Разработка конструктивно-компоновочной схемы ТКА с ЖРДУ.	37	16	6	10	21	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа
Всего за 7 семестр			180	68	34	34	112	100	
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-2/23.1

#### Вопросы открытого типа:

- |      |  |
|------|--|
| № 1  | Стартовая масса ТКА при малых значениях начальной тяговооруженности  |
| № 2  | При больших значениях начальной тяговооруженности стартовая масса ТКА  |
| № 3  | Процесс ожидания на промежуточной орбите требуемого взаимного положения маневрирующего КА и точки на орбите, в которую необходимо осуществить перелет, называют _____  |
| № 4  | Определить скорость полета КА в перигее эллиптической орбиты с апогеем 42000 км, перигеем 6571 км, гравитационный параметр Земли равен $3,986 \cdot 10^{14} \text{ м}^3/\text{с}^2$ .                                  |
| № 5  | Определить импульсное изменение скорости при перелете с круговой орбиты высотой 6571 км на эллиптическую орбиту с апогеем 42000 км, гравитационный параметр Земли равен $3,986 \cdot 10^{14} \text{ м}^3/\text{с}^2$ . |
| № 6  | Определить затраты топлива на межорбитальный перелет, если начальная масса КА 20 т, затраты характеристической скорости 2500 м/с, удельный импульс маршевой двигательной установки 3700 м/с.                           |
| № 7  | Определить суммарное время работы маршевой двигательной установки, если масса топлива 10 т, удельный импульс 3700 м/с, тяга 50 кН.   |
| № 8  | Определить максимальную перегрузку, действующую на КА, если тяга маршевой двигательной установки 50 кН, стартовая масса 10 т, масса топлива 7 т  |
| № 9  | Запас характеристической скорости КА определяется стартовой массой, массой топлива и _____   |
| № 10 | При увеличении начальной тяговооруженности КА потери характеристической скорости на активных участках _____.   |

#### Вопросы закрытого типа:

- |     |   |
|-----|---|
| № 1 | <p>Дать определение понятия "затраты характеристической скорости на выполнение межорбитального перелета"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Суммарная величина изменения скорости КА, необходимого для выполнения межорбитального перелета.</li> <li>2. Скорость разгона КА в бессиловом пространстве, которая эквивалентна по затратам рабочего тела (топлива) совершению межорбитального перелета.</li> <li>3. Модуль разности скоростей полета КА по начальной и конечной орбитам межорбитального перелета.</li> <li>4. Модуль суммы скоростей полета КА по начальной и конечной орбитам межорбитального перелета.</li> </ol> |
| № 2 | <p>Дать определение понятия "располагаемая характеристическая скорость КА"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальная скорость полета КА по орбите.</li> <li>2. Суммарная величина изменения скорости КА при выполнении межорбитальных перелетов.</li> <li>3. Разница между максимальной и минимальной скоростями движения КА по орбите.</li> <li>4. Скорость, которую приобрел бы КА в бессиловом пространстве под действием постоянно направленной тяги маршевой двигательной установки после израсходования всего запасенного в ее составе рабочего тел.</li> </ol>  |
| № 3 | <p>Параметры, определяющие запас характеристической скорости КА</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тяга маршевой двигательной установки, масса топлива, удельный импульс маршевой двигательной установки.</li> <li>2. Стартовая масса КА, масса топлива, удельный импульс маршевой двигательной установки.</li> </ol>  |

3. Суммарный импульс тяги маршевой двигательной установки, масса топлива, удельный импульс маршевой двигательной установки
4. Стартовая масса КА, масса топлива, суммарное время работы маршевой двигательной установки.
- № 4 Какие параметры оказывают влияние на потери характеристической скорости КА на активном участке?
1. Импульсное изменение скорости на активном участке, тяговооруженность в начале активного участка, удаленность активного участка от притягивающего центра.
  2. Масса КА в конце активного участка, тяговооруженность в начале активного участка, удаленность активного участка от притягивающего центра.
  3. Импульсное изменение скорости на активном участке, масса КА в начале активного участка, удаленность активного участка от притягивающего центра.
  4. Импульсное изменение скорости на активном участке, тяговооруженность в начале активного участка, удаленность целевой орбиты от притягивающего центра
- № 5 Назвать способы снижения потерь характеристической скорости на выполнение межорбитальных перелетов
1. Повышение тяговооруженности КА и использование гомановской схемы межорбитальных перелетов.
  2. Снижение тяговооруженности КА и использование гомановской схемы межорбитальных перелетов.
  3. Повышение удельного импульса КА и снижение тяговооруженности.
  4. Повышение тяговооруженности КА и использование ступенчатой схемы межорбитальных перелетов.
- № 6 Каким образом влияет тяговооруженность на стартовую массу ТКА?
1. Повышение тяговооруженности приводит к увеличению стартовой массы ТКА.
  2. Зависимость стартовой массы ТКА от тяговооруженности имеет максимум.
  3. Повышение тяговооруженности приводит к снижению стартовой массы ТКА.
  4. Зависимость стартовой массы ТКА от тяговооруженности имеет минимум.
- № 7 Что понимается под перегрузкой ТКА?
1. Отношение тяги маршевой двигательной установки к весу ТКА у поверхности Земли.
  2. Отношение тяги маршевой двигательной установки к массе ТКА.
  3. Отношение тяги маршевой двигательной установки к массе полезной нагрузки.
  4. Отношение веса ТКА к тяге маршевой двигательной установки.
- № 8 На каком активном участке ТКА потери характеристической скорости максимальны?
1. На последнем активном участке.
  2. На первом активном участке.
  3. На среднем активном участке
  4. Потери характеристической скорости не зависят от номера активного участка.
- № 9 На каком активном участке перегрузка ТКА максимальна?
1. На последнем активном участке.



2. На первом активном участке.
3. На среднем активном участке.
4. Перегрузка не зависит от номера активного участка.
- № 10 Каким образом влияет высота внешней орбиты фазирования на время перелета между рабочими точками на орбите?
1. Увеличение высоты орбиты фазирования снижает время перелета.
2. Увеличение высоты орбиты фазирования увеличивает время перелета.
3. Высота орбиты фазирования не влияет на время перелета.
4. Зависимость времени перелета от высоты орбиты фазирования имеет минимум.