

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
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	5	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

*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: 2026

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Матвеев Николай Константинович, 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

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

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

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

### **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:

ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1**

*знания:*

закономерностей орбитального движения космических аппаратов;

*умения:*

использовать математический аппарат для определения основных параметров орбитального движения КА;

*навыки:*

построения оптимальной схемы и расчета основных характеристик маневра космического аппарата.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА** 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: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

### 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	Практические занятия		
3	5	<b>Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.</b> 1. Разделы теории полета КА. Основные характеристики околоземного и космического пространства. Основные модели гравитационного поля Земли. 2. Элементы теории полета, системы координат. Небесная сфера. Системы координат, применяемые при изучении движения космических аппаратов.	4	2	2	0	0	2	10
3	5	<b>Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.</b> Дифференциальное уравнение относительного движения в задаче двух тел. Уравнения: интеграл энергии, интеграл площадей, интеграл Лапласа.	3	1	1	0	0	2	10
3	5	<b>Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.</b> Типы орбит. Зависимость типа орбиты от начальных условий движения. Первая, вторая и третья космические скорости.	5	3	1	0	2	2	10
3	5	<b>Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.</b> Формулировки первого, второго и третьего законов Кеплера. Уравнение Кеплера. Время перелета между произвольными точками орбиты.	12	6	2	0	4	6	10
3	5	<b>Раздел 5. Элементы орбиты КА.</b> Основные параметры орбиты. Определение элементов геостационарных и солнечно-синхронных орбит.	8	3	1	0	2	5	10
3	5	<b>Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.</b> Основные факторы, определяющие тип трассы КА. Виды трасс КА. Методика построения трассы КА.	8	3	1	0	2	5	10
3	5	<b>Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.</b> Основные методы исследования возмущенного движения центра масс КА. Метод оскулирующих элементов. Модель возмущенного движения КА. Периодические и вековые возмущения орбиты КА.	9	4	4	0	0	5	10
3	5	<b>Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.</b> Проведение исследований влияния внешних возмущающих факторов на основные параметры околоземных орбит. Анализ результатов, полученных при моделировании возмущенного движения с результатами, полученных по приближенному аналитическим зависимостям.	32	20	3	17	0	12	10
3	5	<b>Раздел 9. Маневрирование КА.</b> Виды и классификация маневров. Обобщенная схема межорбитального перелета КА. Кинематика импульсных маневров. Компланарный одноимпульсный орбитальный переход. Двух и трех импульсные компланарные переходы. Некомпланарные межорбитальные переходы. Фазирующие орбиты.	17	5	0	0	5	12	10
3	5	<b>Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.</b> Маневр дальнего сближения. Маневр ближнего наведения. Траектория спуска КА с орбиты. Определение характеристики участков спуска.	10	4	2	0	2	6	10
<b>Всего за 5 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	17	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.	Определение видов траекторий невозмущенного орбитального движения.	2
2	Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.	Законы Кеплера и их использование для определения характеристик движения	2
3		Временные характеристики движения КА по орбите	2
4	Раздел 5. Элементы орбиты КА.	Определение параметров солнечно-синхронных орбит.	2
5	Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.	Построение трассы полета космического аппарата.	2
6	Раздел 9.	Маневрирование космических аппаратов на орбите. Кинематика	5

	Маневрирование КА.	межорбитальных переходов. Расчет компланарных одноимпульсных, двухимпульсных и трехимпульсных переходов. Расчет некомпланарных межорбитальных переходов. Маневр встреча, расчет фазирования орбит.	
7	Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.	Определение характеристики участков спуска КА с орбиты.	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.	Исследование влияние нецентральности гравитационного поля тяготения Земли на орбитальные параметры околоземных орбит	6
2		Исследование влияние возмущающего воздействия от аэродинамического сопротивления на орбитальные параметры околоземных орбит	6
3		Исследование влияние сил светового давления на орбитальные параметры околоземных орбит	5
Всего за 5 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.	Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	2
2	Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.	Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	2
3	Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	2
4	Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	6
5	Раздел 5. Элементы орбиты КА.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	5
6	Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	5
7	Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.	Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников.	5
8	Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.	Подготовка к лабораторным работам	12
9	Раздел 9. Маневрирование КА.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач	12
10	Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	6

#### 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
5				ТекК		ДР			ТекК, ЗДЧ	ДР	Отч. по ЛР		Отч. по ЛР	ЗДЧ	Отч. по ЛР, ТекК	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЗДЧ – задачи;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- задачи;
- отчет по ЛР.

**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. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полета и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
3. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, 20 экз.
4. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
5. М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 49 экз.
6. Н. К. Матвеев. . Моделирование возмущённого орбитального движения космического аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 51 экз.
7. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Дрофа, 2004, 27 экз.
8. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
9. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
10. Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: Лаборатория знаний, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### 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. Программа моделирования возмущенного орбитального движения КА.

### 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:**

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

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Программа моделирования возмущенного орбитального движения КА.

### **6.4. 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 **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА** 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-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и анализом характеристик околоземного и космического пространства (условий полета); систем координат, применяемых при изучении полета космических аппаратов и разгонных блоков, основных закономерностей невозмущенного орбитального движения, действующих в орбитальном полете возмущающих факторов и их влияние на орбитальные параметры, методов исследования возмущенного орбитального движения; основных видов и характеристик маневров космических аппаратов, принципов орбитального построения космических систем, моделирования траекторий движения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- задачи;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Основные понятия механики космического полета.</b>		
Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Дрофа, 2004 (1) М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.</b>		
Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полета и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2)	2
Итого по разделу 2		2
<b>Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (2)	2
Итого по разделу 3		2
<b>Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2)	6
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Элементы орбиты КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (2, 5)	5
Итого по разделу 5		5
<b>Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (6)	5
Итого по разделу 6		5

<b>Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.</b>		
Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (3) Н. К. Матвеев. . Моделирование возмущённого орбитального движения космического аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1, 2)	5
Итого по разделу 7		5
<b>Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.</b>		
Подготовка к лабораторным работам	Н. К. Матвеев. . Моделирование возмущённого орбитального движения космического аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-5)	12
Итого по разделу 8		12
<b>Раздел 9. Маневрирование КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач	Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (6) Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (10)	12
Итого по разделу 9		12
<b>Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: Лаборатория знаний, 2020 (6)	6
Итого по разделу 10		6

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- задачи;
- отчет по ЛР;
- 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 для текущего контроля

Студенту предлагается 3 вопроса по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ. Вопросы текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

#### Задачи

Правильное выполнение одной задачи - 2 балла.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатной или рукописной форме и включает в себя результаты численного моделирования и приближенно-аналитического расчета эволюций орбитальных параметров, вызванных заданным возмущающим фактором.

Отчет оценивается по следующим критериям:

- информативность представления полученных результатов численного моделирования возмущенного движения;
- сравнительный анализ полученных результатов приближенно-аналитического расчета и результатов численного моделирования;
- качественное оформление с выполнением всех требований.

Критерии:

Правильное выполнение ЛР №1 - 8 баллов.

Правильные ответы на вопросы по ходу проведения работы и полученным результатам – до 27 балла.

Правильное выполнение ЛР №2 - 5 баллов.

Правильные ответы на вопросы по ходу проведения работы и полученным результатам – до 15 баллов.

#### Экзамен

Для допуска к экзамену необходимо выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные программой дисциплины. На экзамене студенту дается 2 вопроса. Правильный ответ на один вопрос - "удовлетворительно", неполные ответы на два вопроса - "хорошо", полные развернутые ответы на два вопроса - "отлично". Вопросы к экзамену приведены в УМК дисциплины.

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	Практические занятия		ПК-1	
3	5	Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.	4	2	2	0	0	2	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.	3	1	1	0	0	2	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.	5	3	1	0	2	2	10	Вопросы для текущего контроля, Задачи
3	5	Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.	12	6	2	0	4	6	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 5. Элементы орбиты КА.	8	3	1	0	2	5	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.	8	3	1	0	2	5	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.	9	4	4	0	0	5	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.	32	20	3	17	0	12	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 9. Маневрирование КА.	17	5	0	0	5	12	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.	10	4	2	0	2	6	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 5 семестр			108	51	17	17	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

**ПК-1 - Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Возможен ли прямой вывод космического аппарата ракетой-носителем на геостационарную орбиту с территории России?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Для каких невозмущенных орбит справедлив третий закон Кеплера. Из представленных вариантов выберите правильные.
1. Круговых
  2. Эллиптических
  3. Параболических
  4. Гиперболических
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных допущений принимаются справедливыми при использовании центральной модели гравитационного поля Земли.
1. Форма Земли представляется эллипсоидом
  2. Форма Земли представляется шаром
  3. Ускорение свободного падения зависит от расстояния между точкой пространства и центром тяготения.
  4. Ускорение свободного падения зависит от широты рассматриваемой точки.
  5. Ускорение сводного падения является величиной постоянной.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных углов определяют текущее угловое положение радиуса-вектора космического аппарата в плоскости орбиты. Из представленных вариантов выберите правильные.
1. Истинная аномалия
  2. Аргумент перигея
  3. Долгота восходящего узла
  4. Склонение
  5. Аргумент широты
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какая орбита называется солнечно-синхронной и из выполнения какого условия определяются её основные параметры.
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между формой орбиты и знаком величины константы энергии из уравнения интеграл энергии
- К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца

Форма орбиты	Величина константы энергии
--------------	----------------------------

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1. Круговая        | А. Положительная |
| 2. Эллиптическая   | Б. Отрицательная |
| 3. Параболическая  | В. Нулевая       |
| 4. Гиперболическая |                  |

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между принимаемой формой поверхности Земли, использующейся в математических моделях гравитационного поля Земли, и направлением силы тяжести. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца

Форма Земли	Направление силы тяжести
-------------	--------------------------

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1. Плоскость | А. по радиусу |
| 2. Сфера     | Б. по нормали |
| 3. Эллипсоид | В. по отвесу  |
| 4. Геоид     |               |

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Перед Вами перечислены слои земной атмосферы. Перечислите их в порядке увеличения высоты расположения этих слоев. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо

1. Термосфера
2. Стратосфера
3. Тропосфера
4. Мезосфера

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Перед Вами перечислены возможные формы невозмущенных (кеплеровских) орбит. Перечислите их в порядке увеличения значения эксцентриситета орбиты. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо

1. Эллиптическая
2. Круговая
3. Гиперболическая
4. Параболическая

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

Из представленных вариантов значений ускорения свободного падения на поверхности Земли выберите то, которое соответствует ускорению на земном экваторе.

1. 9,80665 м/с<sup>2</sup>
2. 9,78049 м/с<sup>2</sup>
3. 9,83235 м/с<sup>2</sup>
4. 9,81 м/с<sup>2</sup>

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

Укажите пределы какого пространства может покинуть космический аппарат (КА), если ему сообщить на поверхности Земли третью космическая скорость. Из представленных вариантов выберите правильный.

1. Околоземное

2. Солнечной системы

3. Межзвездное

4. Межгалактическое

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

Какое из перечисленных уравнений обязательно будет использовано при решении задач, связанных с временем прохождения космическим аппаратом точек орбиты. Из представленных вариантов выберите правильный.

1. Интеграл площадей

2. Интеграл энергии

3. Уравнение Кеплера

4. Уравнение невозмущенной орбиты