МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОСМИЧЕСКАЯ БАЛЛИСТИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы связи нового поколения**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84703

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Усвоение и практическое использование результатов теории баллистического полета космических аппаратов различного назначения, методов математического моделирования, закономерностей движения относительно центра масс, выбора оптимальных по экономичности и эффективности режимов движения, современных вычислительных средств для исследования задач теории полёта.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов компетенции, позволяющей анализировать способы управления полетом КА на этапе выведения, на этапе баллистического полета, при маневрировании, сближении и спуске космических аппаратов на поверхность Земли и планет.
2. Ознакомить с принципами математического описания движения КА на различных участках полёта, освоить расчёт различных типов траекторий КА и дать представление о выборе оптимальных режимов и программах управления движением космических аппаратов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.04.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 84703

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем	Знать типовые методы математического моделирования баллистического полета КА; моделирование невозмущенного и возмущенного движения КА для проектирования и разработки радиотехнических систем КА.
	ПК-1.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Уметь выполнять расчеты первой и второй космической скорости, характеристик движения КА по известным начальным условиям; определять параметры движения КА через элементы орбиты, кинематические характеристики движения центра масс КА в плоскости орбиты; анализировать порядок расчетов и характерные параметры межпланетных траекторий КА; выбирать формы, наклонения, высоты и времени запуска искусственных спутников Земли; определять орбиты ИСЗ и межпланетных КА; прогнозировать движения ИСЗ методом численного интегрирования, а также движение межпланетных КА.
	ПК-1.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	Владеть типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей для осуществления движения КА по различным орбитальным траекториям.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету	36	36
Подготовка к тестированию	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

Согласована на портале № 84703

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					
1 Основные понятия и определения космической баллистики	2	-	8	10	ПК-1
2 Невозмущенное и возмущенное движение КА	2	4	8	14	ПК-1
3 Уравнения орбиты. Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	2	4	8	14	ПК-1
4 Выбор межпланетных траекторий КА	2	2	8	12	ПК-1
5 Выведение КА на орбиту. Маневрирование КА	2	4	8	14	ПК-1
6 Прогнозирование движения КА	2	4	8	14	ПК-1
7 Сближение КА на орбите	2	-	8	10	ПК-1
8 Коррекция траекторий КА	2	-	8	10	ПК-1
9 Спуск КА на поверхность Земли и планет	2	-	8	10	ПК-1
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основные понятия и определения космической баллистики	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Связь баллистики с небесной механикой. Силы, действующие на космический аппарат (КА). Сфера и радиус действия небесного тела. Гравитационный потенциал Земли. Системы координат. Переход от одной системы координат к другой.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 84703

2 Невозмущенное и возмущенное движение КА	Ньютоновский закон тяготения. Математическая модель невозмущенного движения КА. Уравнения движения. Общая характеристика возмущений и возмущенного движения. Задача n тел и методы ее решения. Возмущения, вызываемые нецентральностью поля тяготения Земли. Влияние сопротивления воздуха на движение КА. Возмущающее влияние планет, Солнца и давления солнечного света. Влияние аномалий силы тяжести.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Уравнения орбиты. Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Параметры и элементы орбиты. Определение и выбор формы, высоты (периода обращения ИСЗ) орбит, а также выбор времени запуска ИСЗ. Эллиптические, круговые, параболические и гиперболические орбиты. Разложение скорости КА на радиальную и трансверсальную составляющие.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Выбор межпланетных траекторий КА	Основные требования, предъявляемые к схемам полета. Методика расчетов и выбор траекторий на гелиоцентрическом участке полета. Определение параметров планетоцентрических участков траектории. Определение геоцентрических параметров, характеризующих движение КА. Порядок расчетов и анализ характерных параметров межпланетных траекторий. Прогнозирование движения межпланетных КА.	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Выведение КА на орбиту. Маневрирование КА	Силы и моменты, уравнение движения ракеты носителя. Выведение КА на орбиты спутников. Определение орбит КА. Постановка задачи, определение орбит ИСЗ и межпланетных КА. Оценка точности определения орбит КА. Оптимальные переходы между компланарными орбитами, оптимальное корректирование траектории космического полета, автономный метод определения направления вектора скорости. Аэродинамический маневр.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 84703

6 Прогнозирование движения КА	Прогнозирование движения ИСЗ методом численного интегрирования. Аналитические методы прогнозирования движения ИСЗ. Прогнозирование движения межпланетных КА.	2	ПК-1
	Итого	2	
7 Сближение КА на орбите	Монтажные орбиты. Относительное движение. Автономное сближение. Оценка энергетических затрат.	2	ПК-1
	Итого	2	
8 Коррекция траекторий КА	Классификация различных способов коррекции, выбор корректируемых параметров. Определение области рассеивания в пространстве корректируемых параметров. Изохронные, трехпараметрическая, двухпараметрическая, однокомпонентная, связанные коррекции. Свойства коррекции на конечном участке траектории. Ошибка исполнения коррекции.	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Спуск КА на поверхность Земли и планет	Основные понятия и определения. Уравнения движения спускаемого аппарата. Атмосферы основных планет земной группы. Внеатмосферный, атмосферный участки спуска. Управление при спуске аппаратов с орбиты ИСЗ и при возвращении от Луны. Движение межпланетных КА в атмосфере Земли с гиперболическими скоростями.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Невозмущенное и возмущенное движение КА	Определение характеристик движения по известным начальным условиям. Возмущенное движение КА на около круговых орбитах	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 84703

3 Уравнения орбиты. Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Определение и выбор формы, высоты (периода обращения ИСЗ) орбит. Радиальная и трансверсальная составляющие скорости КА.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Выбор межпланетных траекторий КА	Расчет и анализ характерных параметров межпланетных траекторий. Прогнозирование движения межпланетных КА.	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Выведение КА на орбиту. Маневрирование КА	Выведение КА на различные типы орбит с заданным углом входа. Маневры между компланарными и некомпланарными орбитами, оптимальное корректирование траектории космического полета	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Прогнозирование движения КА	Определение орбиты по положению и скорости КА. Прогнозирование движения ИСЗ методом численного интегрирования.	4	ПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основные понятия и определения космической баллистики	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
2 Невозмущенное и возмущенное движение КА	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 84703

3 Уравнения орбиты. Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
4 Выбор межпланетных траекторий КА	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
5 Выведение КА на орбиту. Маневрирование КА	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
6 Прогнозирование движения КА	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
7 Сближение КА на орбите	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
8 Коррекция траекторий КА	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
9 Спуск КА на поверхность Земли и планет	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Зачёт, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 84703

5 семестр				
Зачёт	10	20	30	60
Тестирование	5	15	20	40
Итого максимум за период	15	35	50	100
Нарастающим итогом	15	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко - 2012. 291 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728.

7.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко, В. П. Денисов - 2012. 334 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664.

2. Вейцель В.А. Радиосистемы управления: учебн. для вузов / В.А. Вейцель, А.С. Волковский и др.; под ред. В.А. Вейцеля. – М.: Дрофа, 2005. - 416 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.).

3. Баллистика и навигация космических аппаратов : Учебник для втузов / Н. М. Иванов, А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. - М. : Машиностроение, 1986. - 295с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.).

4. Экспериментальная баллистика: тексты лекций / А.О. Телпегин, Балт. гос. тех. ун-т. - СПб. 2015. - 211 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/75166#3.

7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 84703

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Лемешонок, Т. Ю. Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов: практикум : учебное пособие / Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2021. — 76 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/220340.

2. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.
2. https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека.
3. https://edu.tusur.ru – Научно-образовательный портал ТУСУР.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория систем спутниковой навигации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 433 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Контрольно-испытательная станция КИРС-12 с бортовой спутниковой аппаратурой;
- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Макет полезной нагрузки космического аппарата;
- Современные персональные компьютеры на базе IBM PC (5 шт.);
- Генератор Г 4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор сигналов специальной формы GFG-3015;
- Антенны космических аппаратов;
- Анализатор спектра С4-27;
- Телевизор плазменный Samsung PS51E497;

Согласована на портале № 84703

- Генератор сигналов 33522B-CFG001;
- Лабораторный источник питания Mastech HY 3010E-2 (4 шт.);
- Осциллограф MSOX2024A-CFG001 (2 шт.);
- Имитатор бортовой радиоэлектронной аппаратуры 778.6113-0ПС;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Согласована на портале № 84703

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные понятия и определения космической баллистики	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Невозмущенное и возмущенное движение КА	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Уравнения орбиты. Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Выбор межпланетных траекторий КА	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Выведение КА на орбиту. Маневрирование КА	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Прогнозирование движения КА	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Сближение КА на орбите	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Коррекция траекторий КА	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Спуск КА на поверхность Земли и планет	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 84703

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Условия баллистического полета
   1. наличие тяги двигателя
   2. наличие начальной скорости

Согласована на портале № 84703

3. отсутствие сопротивления атмосферы
4. отсутствие подъемной силы

2. Движение баллистической ракеты в плоскости стрельбы по траектории в форме:
   1. окружности
   2. эллипсы
   3. параболы
   4. гиперболы
3. Траектория космического аппарата это есть:
   1. линия равной скорости
   2. линия равных координат
   3. линия перемещения КА
   4. плоскость движения КА
4. Элемент орбиты «наклонение орбиты» это
   1. угол наклона орбиты к плоскости экватора Земли
   2. угол наклона плоскости орбиты к плоскости эклиптики
   3. угол наклона большой оси орбиты к плоскости эклиптики
   4. угол наклона большой оси орбиты к плоскости экватора Земли
5. Для полета к Луне нужна скорость, по сравнению со второй космической скоростью:
   1. равной
   2. большей
   3. меньшей
   4. вопрос не имеет смысла
6. В связанных с КА системах координат центр располагается:
   1. в центре масс
   2. в центре симметрии
   3. в носовой точке
   4. за пределами КА
7. Какое время длится полет к Венере по траектории минимальной затраты топлива:
   1. 1 месяц
   2. 3 месяца
   3. 6 месяцев
   4. 12 месяцев
8. Какое из условий не подходит для запуска геостационарного спутника:
   1. направление вращения – на запад
   2. направление вращения – на восток
   3. высота около 40000 км
   4. период обращения 24 часа
9. Для полетов к Марсу скорость (по сравнению со скоростью Земли) должна быть:
   1. большей
   2. меньшей
   3. равной
   4. вопрос не имеет смысла
10. Долгота восходящего узла – это элемент орбиты, определяемый как:
    1. угол между орбитой и плоскостью экватора
    2. угол между большой осью орбиты и плоскостью экватора
    3. угол поворота плоскости орбиты относительно северного направления в плоскости экватора
    4. угол поворота плоскости орбиты относительно оси x геоцентрической системы координат в
    плоскости экватора

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Космическая баллистика. Основные понятия и определения.
2. Математическая модель невозмущенного движения.
3. Скорость при невозмущенном движении КА для разных типов орбит.
4. Кеплеровские элементы орбиты.
5. Общая характеристика возмущенного движения КА.

Согласована на портале № 84703

6. Общая характеристика маневров КА.
7. Виды маневров КА (Компланарные маневры, переход Гомана, биэллиптический переход, котангенциальный переход).
8. Характеристическая скорость для полетов между планетами.
9. Общая характеристика операции встречи на орбите.
10. Особенности межпланетных полетов.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 84703

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 84703

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 2 от « 9 » 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. РТС	А.А. Мещеряков	Разработано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704

Согласована на портале № 84703