МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Космическая баллистика

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 46924

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС _____ А. А. Мещеряков

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 46924

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение теории баллистического полета КА,

усвоение и практическое использование результатов теории для управления полетом КА различного назначения.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенции, позволяющей самостоятельно владеть общими принципами построения и функционирования космических радиотехнических комплексов, 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. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Космическая баллистика» (Б1.Б.31.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Космические системы, Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, Распространение радиоволн, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Конструкции космических аппаратов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-8.1 способностью владеть общими принципами построения и функционирования космических радиотехнических комплексов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** теорию баллистического полета КА; связь баллистики с небесной механикой, гравитационный потенциал Земли и системы координат; невозмущенное и возмущенное движения КА; способы управления полетом на этапе выведения, на этапе баллистического полета, при посадке КА.

– **уметь** определять первую и вторую космические скорости, характеристики 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.

– **владеть** навыками проведения расчетов невозмущенного и возмущенного движения КА и прогнозирования движения ИСЗ; методами практической оценки качественных показателей космических радиотехнических комплексов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	18	18

Согласована на портале № 46924

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Основные понятия и определения космической баллистики	2	0	0	2	4	ПСК-8.1
2 Невозмущенное движение КА	4	2	4	4	14	ПСК-8.1
3 Возмущенное движение КА	2	2	0	3	7	ПСК-8.1
4 Уравнения орбиты	4	2	0	3	9	ПСК-8.1
5 Выбор межпланетных траекторий КА	2	2	0	3	7	ПСК-8.1
6 Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	2	2	4	3	11	ПСК-8.1
7 Определение невозмущенной орбиты по заданным условиям движения	2	2	6	4	14	ПСК-8.1
8 Выведение КА на орбиту	2	2	0	3	7	ПСК-8.1
9 Прогнозирование движения КА	4	2	4	3	13	ПСК-8.1
10 Маневрирование КА	2	2	0	3	7	ПСК-8.1
11 Сближение КА на орбите	2	0	0	1	3	ПСК-8.1
12 Движение КА с двигателями малой тяги	2	0	0	2	4	ПСК-8.1
13 Коррекция траекторий КА	4	0	0	1	5	ПСК-8.1
14 Спуск КА на поверхность Земли и планет	2	0	0	1	3	ПСК-8.1
Итого за семестр	36	18	18	36	108	
Итого	36	18	18	36	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 46924

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	ПСК-8.1
	Итого	2	
2 Невозмущенное движение КА	Ньютоновский закон тяготения. Математическая модель невозмущенного движения КА. Уравнения движения. Аналогия задачи о движении двух тел, основное уравнение задачи двух тел. Первые интегралы уравнений движения, траектории полета. Связь между временем движения и элементами орбиты. Уравнение Кеплера. Элементы орбит. Предельные случаи невозмущенного кеплеровского движения. Определение параметров движения через элементы орбиты. Сфера действия планеты.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
3 Возмущенное движение 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	ПСК-8.1
	Итого	2	
4 Уравнения орбиты	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.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
5 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	ПСК-8.1

Согласована на портале № 46924

	Итого	2	
6 Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Разложение скорости КА на радиальную и трансверсальную составляющие. Правило рычага. Линии апсид.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
7 Определение невозмущенной орбиты по заданным условиям движения	Определение орбиты по положению и скорости КА в начальный момент. Определение орбиты по двум фиксированным положениям и фокальному параметру. Нахождение элементов орбиты по двум фиксированным положениям КА.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
8 Выведение КА на орбиту	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.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
9 Прогнозирование движения КА	Прогнозирование движения ИСЗ методом численного интегрирования. Аналитические методы прогнозирования движения ИСЗ. Прогнозирование движения межпланетных КА.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
10 Маневрирование КА	Оптимальное маневрирование с использованием двигательной установки большой тяги (импульсные маневры). Оптимальные переходы между компланарными орбитами, оптимальное корректирование траектории космического полета, автономный метод определения направления вектора скорости. Аэродинамический маневр.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
11 Сближение КА на орбите	Монтажные орбиты. Относительное движение. Автономное сближение. Оценка энергетических затрат.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
12 Движение КА с двигателями малой тяги	Межпланетные полеты с двигателями постоянной мощности. Разгон КА в поле тяготения Земли. Анализ траекторий межпланетных полетов с двигателями постоянной мощности.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
13 Коррекция траекторий КА	Классификация различных способов коррекции, выбор корректируемых параметров. Определение области рассеивания в	4	ПСК-8.1

Согласована на портале № 46924

	пространстве корректируемых параметров. Изохронные, трехпараметрическая, двухпараметрическая, однокомпонентная, связанные коррекции. Свойства коррекции на конечном участке траектории. Ошибка исполнения коррекции.		
	Итого	4	
14 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	ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Предшествующие дисциплины														
1 Космические системы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств										+	+	+	+	+
3 Распространение радиоволн							+	+					+	+
4 Физика	+	+	+		+			+		+				+
Последующие дисциплины														
1 Конструкции космических аппаратов													+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 46924

ПСК-8.1	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Невозмущенное движение КА	Компьютерное моделирование движения космических аппаратов	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
6 Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Изучение доплеровских систем измерения вектора скорости	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
7 Определение невозмущенной орбиты по заданным условиям движения	Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
9 Прогнозирование движения КА	Прогнозирование параметров движения КА по данным спутниковых навигационных систем	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Невозмущенное движение КА	Определение характеристик движения по известным начальным условиям	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
3 Возмущенное движение КА	Возмущенное движение КА на около круговых орбитах	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
4 Уравнения орбиты	Определение и выбор формы, высоты (периода обращения ИСЗ) орбит.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
5 Выбор	Расчет и анализ характерных параметров	2	ПСК-8.1

Согласована на портале № 46924

межпланетных траекторий КА	межпланетных траекторий. Прогнозирование движения межпланетных КА.		
	Итого	2	
6 Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Радиальная и трансверсальная составляющие скорости КА.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
7 Определение невозмущенной орбиты по заданным условиям движения	Определение орбиты по положению и скорости КА.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
8 Выведение КА на орбиту	Выведение КА на различные типы орбит с заданным углом входа.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
9 Прогнозирование движения КА	Прогнозирование движения ИСЗ методом численного интегрирования.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
10 Маневрирование КА	Маневры между компланарными и некомпланарными орбитами, оптимальное корректирование траектории космического полета,	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Основные понятия и определения космической баллистики	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
2 Невозмущенное движение КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
3 Возмущенное движение КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 46924

	Итого	3		
4 Уравнения орбиты	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Выбор межпланетных траекторий КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Скорость КА и ее зависимость от параметров орбит	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Определение невозмущенной орбиты по заданным условиям движения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
8 Выведение КА на орбиту	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
9 Прогнозирование движения КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
10 Маневрирование КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
11 Сближение КА на орбите	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки

Согласована на портале № 46924

	Итого	1		
12 Движение КА с двигателями малой тяги	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
13 Коррекция траекторий КА	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
14 Спуск КА на поверхность Земли и планет	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
7 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	4	4	4	12
Домашнее задание	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	3	4	4	11
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе		4	7	11
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	19	24	27	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	43	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4

Согласована на портале № 46924

От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728 (дата обращения: 26.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. 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.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Компьютерное моделирование движения космических аппаратов [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Мещеряков А. А. - 2012. 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1731 (дата обращения: 26.11.2018).

2. Спутниковая Радионавигационная Система «Навстар» (GPS) [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Мещеряков А. А. - 2012. 39 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1733 (дата обращения: 26.11.2018).

3. Изучение аппаратуры настройки исз кирс-12 [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Дудко Б. П., Мещеряков А. А. - 2012. 11 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1729 (дата обращения: 26.11.2018).

4. Радионавигационные системы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторный работ / Савин А. А., Мещеряков А. А., Дудко Б. П. - 2012. 116 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1187 (дата обращения: 26.11.2018).

5. Руководство для подготовки обучающего и контролирующего комплекса компьютерных методических разработок при организации самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Осетров Д. Г., Шангина Л. И., Хатьков Н. Д., Павличенко Ю. А. - 2009. 37 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/909 (дата обращения: 26.11.2018).

6. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 26.11.2018).

Согласована на портале № 46924

7. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2119 (дата обращения: 26.11.2018).

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека;
2. https://edu.tusur.ru – Научно-образовательный портал ТУСУР.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. 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;
- Генератор сигналов 33522B-CFG001;
- Лабораторный источник питания Mastech HY 3010E-2 (4 шт.);
- Осциллограф MSOX2024A-CFG001 (2 шт.);

Согласована на портале № 46924

- Имитатор бортовой радиоэлектронной аппаратуры 778.6113-0ПС;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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;
- 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 не требуется.

13.1.4. 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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 46924

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

Траектория КА это есть:
1) линия равной скорости, 2) линия равных координат,
3) линия перемещения КА, 4) плоскость движения КА.
Элемент орбиты «наклонение орбиты» это:
1) угол наклона плоскости орбиты к плоскости эклиптики,
2) угол наклона орбиты к плоскости экватора Земли,
3) угол наклона большой оси орбиты к плоскости эклиптики,
4) угол наклона большой оси орбиты к плоскости экватора Земли.
Для полета к Луне нужна скорость, по сравнению со второй космической скоростью:
1) равной, 3) меньшей,
2) большей, 4) вопрос не имеет смысла.
В связанных с КА системах координат центр располагается:
1) в центре симметрии, 3) в носовой точке,
2) в центре масс, 4) за пределами КА.
Какое из условий не подходит для запуска геостационарного спутника:
1) период обращения 24 часа,
2) высота около 40000 км,
3) направление вращения – на запад,
4) направление вращения – на восток.
Какое время будет существовать ИСЗ на круговой орбите высотой 150 км?
1. 1 сутки. 2. 30 суток. 3. 360 суток 4. Постоянно.
При первой космической скорости КА движения относительно Земли по орбите:
1) круговой, 3) параболический,
2) эллиптический, 4, гиперболический.
При третьей космической скорости КА движения относительно Земли по орбите:
1) круговой, 3) параболический,
2) эллиптический, 4, гиперболический.
Период обращения ИСЗ на круговой орбите высотой 350 км равен:
1) 50 мин, 2) 100 мин, 3) 500 мин, 4) 1000 мин.
Для полетов к Марсу скорость (по сравнению со скоростью Земли) должна быть:

Согласована на портале № 46924

1) большей, 3) равной,
2) меньшей, 4) вопрос не имеет смысла.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Космическая баллистика. Основные понятия и определения.
2. Математическая модель невозмущенного движения.
3. Свободный полет КА. Три закона Кеплера.
4. Скорость при невозмущенном движении КА для разных типов орбит.
5. Кеплеровские элементы орбиты.
6. Прогнозирование орбит и траекторий КА.
7. Общая характеристика возмущенного движения КА.
8. Влияние несферичности Земли на движение КА.
9. Эволюция орбиты в Земной атмосфере.
10. Влияние притяжения Луны и Солнца на движение КА.
11. Общая характеристика маневров КА.
12. Виды маневров КА (Компланарные маневры, переход Гомана, биэллиптический переход, котангенциальный переход).
13. Траектория запуска и движения баллистических ракет. Зависимость оптимального угла бросания от дальности стрельбы.
14. Особенности межпланетных полетов.
15. Роль Солнца в межпланетных полетах.
16. Характеристическая скорость для полетов между планетами.
17. Возможные орбиты полетов между планетами.
18. Управление КА.
19. Измерение координат КА.
20. Общая характеристика операции встречи на орбите.
21. Рекомендуемые орбиты цели при встречи на орбите.
22. Трасса КА.
23. Классификация траекторий встречи на орбите
24. Ориентация КА. Типы систем ориентации КА.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные положения теории космического полета
Невозмущенное движение космического аппарата
Возмущенное движение космического аппарата
Математические модели прогнозирования движения ИСЗ
Коррекция параметров орбиты космического аппарата
Баллистический расчет космических аппаратов различного назначения
Освещенность искусственного спутника Земли

14.1.4. Темы домашних заданий

Движение космических аппаратов
Трасса полета космического аппарата
Скорости и маневрирование КА
Прогнозирование движения ИСЗ
Коррекция орбит КА

14.1.5. Темы докладов

Влияние давления солнечного ветра на параметры орбиты ИСЗ
Подспутниковая точка и трасса спутника
Выведение спутника связи на геостационарную орбиту с использованием внешнего маневра
Движение спускаемого аппарата в атмосфере Земли
Освещенность ИСЗ на эллиптических орбитах

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

1.В каком году был запущен первый искусственный спутник Земли?
2.Как звали первое живое существо, побывавшее в космосе?

Согласована на портале № 46924

3.Почему искусственный спутник Земли не падает на Землю?

4.Что вокруг чего вращается: Луна вокруг Земли или Земля вокруг Луны? Почему?

5.Что такое геостационарная орбита, почему она так называется и на какой высоте находится?

6.На какой высоте над Землей находится ионосфера?

7.Почему антенны спутникового телевидения направлены под углом, близким к горизонту?

8. Космонавты работают в невесомости. Почему возникает невесомость?

9.Что измеряет приемник спутниковой системы ГЛОНАСС?

10. Какого расстояние от Земли до Луны и от Луны до Солнца?

11. Почему баллистическая ракета так называется?

12.Зачем делают двух- и трехступенчатые ракеты?

13.Что произойдет с живыми существами при разгерметизации космического аппарата и почему?

14. Почему космодромы стараются располагать ближе к экватору?

15. На какой орбите скорость движения спутника должна быть больше: на низкой или на высокой? И почему?

16. Чем метеор отличается от метеорита?

17. Из какого материала сделаны панели солнечной батареи?

14.1.7. Темы лабораторных работ

Компьютерное моделирование движения космических аппаратов

Изучение доплеровских систем измерения вектора скорости

Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12

Прогнозирование параметров движения КА по данным спутниковых навигационных систем

14.1.8. Методические рекомендации

Оценка степени сформированности заявленных в рабочей программе дисциплины компетенций осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в т.ч. при сдаче экзамена, защите лабораторных работ, проведении практических занятий, при сдачи расчетных работ. Порядок оценки для текущих видов контроля определяется в методических указаниях по проведению лабораторных работ, практических занятий, организации самостоятельной работы.

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

Согласована на портале № 46924

14.3. 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 № 46924