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

Системы управления и контроля космических аппаратов

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: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	64	64	часов
5	Самостоятельная работа	44	44	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: 10 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 № 33742

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 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:

старший преподаватель каф. РТС _____ Б. Ф. Ноздреватых

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 № 33742

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение принципов построения систем управления и контроля космических аппаратов (КА) и анализ их характеристик, получение инженерных знаний в области разработки и конструирования космических аппаратов.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование у студентов компетенций, позволяющих изучить общие принципы построения и функционирования космических радиотехнических комплексов, разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем космических комплексов, использования методов оптимизации радиоэлектронных систем, выбора состава радиоэлектронных систем, соответствующих назначению и техническим требованиям космического комплекса, а так же оценки показателей качества функционирования радиоэлектронных систем космических комплексов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы управления и контроля космических аппаратов» (Б1.Б.31.8) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Конструкции космических аппаратов, Космическая баллистика, Космические системы, Космические системы дистанционного зондирования, Космические системы радиомониторинга, Космические системы связи, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Проектирование радиотехнических систем.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-8.3 способностью использовать методы оптимизации радиоэлектронных систем космических комплексов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** состав наземного сегмента системы управления космическим аппаратом и состав бортового оборудования системы контроля, особенности автономного и командного радиоуправления, назначение измерительных, командных, связных и телеметрических радиолиний, а также решаемые ими задачи;

– **уметь** определять и обосновывать целесообразность использования конкретных вариантов построения систем управления, выполнять проектные работы в области расчета радиолиний управления летательными аппаратами, разрабатывать структурные и функциональные схемы бортовых систем управления и контроля;

– **владеть** основами инженерных методов расчета управляющих радиолиний, основами применения компьютерных технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем.

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
		10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	64	64
Лекции	32	32
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	44	44

Согласована на портале № 33742

Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
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
10 семестр						
1 Введение в теорию управления и контроля КА	2	0	0	1	3	ПСК-8.3
2 Математические методы описания и функционирования управляемых систем	2	2	0	3	7	ПСК-8.3
3 Устройство КА как объекта управления	4	0	0	1	5	ПСК-8.3
4 Управление движением центра масс КА	2	2	4	7	15	ПСК-8.3
5 Энергетика радиолиний КА	2	2	0	3	7	ПСК-8.3
6 Радиотелеметрические системы контроля КА	2	2	0	3	7	ПСК-8.3
7 Командно-программные радиосистемы	2	2	0	3	7	ПСК-8.3
8 Командно-измерительные и телеметрические системы	4	0	4	5	13	ПСК-8.3
9 Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА	2	0	4	5	11	ПСК-8.3
10 Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	2	2	4	6	14	ПСК-8.3
11 Радиосистемы измерения направления на КА	2	2	0	2	6	ПСК-8.3
12 Бортовая система контроля выполнения команд	2	0	0	1	3	ПСК-8.3
13 Система автоматической посадки	2	0	0	1	3	ПСК-8.3
14 Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	2	2	0	3	7	ПСК-8.3

Согласована на портале № 33742

Итого за семестр	32	16	16	44	108	
Итого	32	16	16	44	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
10 семестр			
1 Введение в теорию управления и контроля КА	Задача радиоуправления КА как частный случай общей задачи дистанционного управления сложным техническим объектом. Особенности управления КА различного целевого назначения.Основные понятия, определения, принципы и методы контроля КА. Задачи и цели контроля. Источники информации («датчики») о положении и состоянии объекта управления и контроля. Принцип обратной связи. Замкнутый контур управления.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
2 Математические методы описания и функционирования управляемых систем	Непрерывные системы. Дискретные системы. Непрерывные системы с дискретным (цифровым) управлением. Уравнения состояния систем, методы решения уравнений. Устойчивость и управляемость систем. Критерии устойчивости. Наблюдаемость параметров состояния систем. Управляемость системой. Качество управления. Критерии качества.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
3 Устройство КА как объекта управления	Особенности конструкций КА. Целевые системы. Служебные системы. Принципы регулирования в различных системах КА. Контур управления состоянием и системами КА. Методы и средства анализа состояния систем КА и КА в целом. Разработка команд и программ передаваемых на КА. Командно-программные радиолинии. Контур управления положением и движением КА. Многофункциональные радиолинии управления КА. Командно-измерительные системы (КИС). Бортовые и наземные средства КИС.	4	ПСК-8.3
	Итого	4	
4 Управление движением центра масс КА	Траектории полета (орбиты) КА. Параметры орбит. Орбиты ИСЗ. Орбиты дальних (лунных, межпланетных, околопланетных и межзвездных) КА. Зоны видимости КА с наземных пунктов (НП). Геометрические размеры зон видимости КА на поверхности Земли. Время нахождения КА в зоне видимости НП. Сеансы связи. Дальности и	2	ПСК-8.3

Согласована на портале № 33742

	скорости КА относительно НП. Доплеровское смещение частоты принимаемого сигнала. Углы места и азимуты КА с НП. Влияние притяжения Луны и Солнца на орбиты ИСЗ. Выбор параметров орбит для КА различного назначения.		
	Итого	2	
5 Энергетика радиолиний КА	Энергетический потенциал радиолинии. Зависимость требуемого энергетического потенциала от скорости передачи информации, методов модуляции и кодирования, методов и средств обработки сигналов в радиосистемах. Особенности расчета требуемого энергетического потенциала в радиосистемах. Зависимость энергопотенциала от диапазона частот радиолиний. Факторы, влияющие на выбор рабочей частоты радиолиний различного назначения. Типичные значения параметров антенн, передатчиков и приемников при радиоуправлении и контроле КА различного назначения.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
6 Радиотелеметрические системы контроля КА	Методы уплотнения и разделения каналов в радиотелеметрических системах. Выбор частоты квантования по времени. Каскадное уплотнение каналов. Разделение каналов в наземной системе. Средства обработки и отображения ТМ информации. Кодирование в радиолиниях передачи ТМ-информации. Выигрыш в энергетическом потенциале при использовании кодирования. Зависимость выигрыша от требуемой вероятности правильного приема информации.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
7 Командно-программные радиосистемы	Особенности командно-программной информации.(КПИ) управления КА. Разовые команды. Программы. Методы формирования КПИ. Требования по надежности и помехоустойчивости передачи КПИ. Передача КПИ с квитированием. Кодирование при передаче КПИ. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ).	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
8 Командно-измерительные и телеметрические системы	Командно-измерительная система для управления связными и навигационными ИСЗ. История создания и развития. Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры. Основные параметры и характеристики. Размещение наземных пунктов. Наземные комплексы управления (НКУ).Единая командно-измерительная и телеметрическая система (ЕКТС) для управления пилотируемыми ИСЗ. Функции. История создания и развития. Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры. НКУ для пилотируемых ИСЗ и МКС.	4	ПСК-8.3

Согласована на портале № 33742

	Итого	4	
9 Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА	Задачи систем измерения текущих навигационных параметров (ИТНП). Определение орбит КА по результатам ИТНП. Методы и алгоритмы определения орбит. Алгоритм метода наименьших квадратов. Связь точности определения орбит КА с точностью измерения текущих навигационных параметров.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
10 Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	Беззапросные и запросные системы. Модулирующие сигналы, используемые для измерения дальности до КА. Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры для измерения дальности и радиальной скорости КА. Цифровые методы, средства и алгоритмы обработки сигналов в системах измерения дальности и радиальной скорости КА.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
11 Радиосистемы измерения направления на КА	Способы измерения азимута и угла места КА. Фазовые радиопеленгаторы. Радиоинтерферометры со сверхдлинными базами (РСДБ). Измерение угловой скорости движения КА, Определение положения и орбит КА с помощью глобальных навигационных систем (ГЛОНАСС, GPS). «Классический» метод. Орбитальный метод. Особенности определения орбит геостационарных ИСЗ с помощью глобальных навигационных систем.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
12 Бортовая система контроля выполнения команд	Задачи бортовой системы контроля выполнения команд. Автоматизированный контроль выполнения команд КА.Формирование команд управления целевой аппаратурой, системой электроснабжения. Контроль выполнения динамических операций в космосе, Управление функционированием бортовой аппаратуры КА. Бортовой интегрированный вычислительный комплекс.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
13 Система автоматической посадки	Задачи управления при посадки КА. Границы высот при входе в атмосферу. Возможные формы спускаемых аппаратов. Зависимость характеристик спуска от высоты. Траектории спуска КА	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
14 Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	Классификация операции стыковки и построение аппаратуры. Операции встречи на орбите. Функциональная схема системы сближения. Измерение параметров относительного движения.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
Итого за семестр		32	

Согласована на портале № 33742

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 Конструкции космических аппаратов			+											
2 Космическая баллистика		+												
3 Космические системы												+	+	+
4 Космические системы дистанционного зондирования									+	+	+			
5 Космические системы радиомониторинга							+	+						
6 Космические системы связи	+											+	+	+
7 Основы теории радионавигационных систем и комплексов									+	+	+			
8 Проектирование радиотехнических систем						+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины														
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 33742

Компетенции	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПСК-8.3	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Реферат

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
10 семестр			
4 Управление движением центра масс КА	Компьютерное моделирование движения космических аппаратов	4	ПСК-8.3
	Итого	4	
8 Командно-измерительные и телеметрические системы	Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12	4	ПСК-8.3
	Итого	4	
9 Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА	Изучение доплеровских систем измерения вектора скорости	4	ПСК-8.3
	Итого	4	
10 Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	Изучение запросного измерения дальности в космических РТС	4	ПСК-8.3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

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
10 семестр			
2 Математические	Системы с дистанционным управлением.	2	ПСК-8.3

Согласована на портале № 33742

методы описания и функционирования управляемых систем	Итого	2	
4 Управление движением центра масс КА	Динамика изменения дальности, скорости, азимута и угла места КА относительно НП для различных КА.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
5 Энергетика радиолиний КА	Зависимость энергетического потенциала от особенностей и режима полета (ориентации) КА.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
6 Радиотелеметрические системы контроля КА	Блочные и непрерывные (сверточные) коды.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
7 Командно-программные радиосистемы	Кодирование при передаче командно-программной информации. Коды Рида-Соломона.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
10 Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры для измерения дальности и радиальной скорости КА.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
11 Радиосистемы измерения направления на КА	Измерения азимута и угла места КА.	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
14 Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	Встреча на орбите КА	2	ПСК-8.3
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

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
10 семестр				
1 Введение в теорию управления и контроля КА	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
2 Математические методы описания и функционирования управляемых систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 33742

	Итого	3		
3 Устройство КА как объекта управления	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен
	Итого	1		
4 Управление движением центра масс КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
5 Энергетика радиолиний КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Радиотелеметрические системы контроля КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Командно-программные радиосистемы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Расчетная работа, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
8 Командно-измерительные и телеметрические системы	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
9 Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
10 Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 33742

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
11 Радиосистемы измерения направления на КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
12 Бортовая система контроля выполнения команд	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен
	Итого	1		
13 Система автоматической посадки	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен
	Итого	1		
14 Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		44		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		80		

10. Курсовая работа (проект)

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
10 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	6	6	8	20
Расчетная работа		10	10	20
Реферат			6	6
Итого максимум за период	14	24	32	70

Согласована на портале № 33742

Экзамен				30
Нарастающим итогом	14	38	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
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: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1728 (дата обращения: 25.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы: Учебник для вузов / Ю. П. Гришин, Ю. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов и др.; Ред. Ю. М. Казаринов. - М.: Высшая школа, 1990. - 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1196 (дата обращения: 25.06.2018).

2. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 25.06.2018).

3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественно-научного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электрон-

Согласована на портале № 33742

ный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1845 (дата обращения: 25.06.2018).

4. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2119 (дата обращения: 25.06.2018).

5. Изучение аппаратуры настройки исз кирс-12: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Дудко Б. П., Мещеряков А. А. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1729 (дата обращения: 25.06.2018).

6. Изучение запросного измерения дальности в космических РТС: Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Космические системы» / Мещеряков А. А. - 2011. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3034 (дата обращения: 25.06.2018).

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. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

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;

Согласована на портале № 33742

- 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:

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

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:

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

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

Согласована на портале № 33742

- 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.

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

1. Области использования космических аппаратов обуславливают их разделение по следующим группам, каким?

а) суборбитальные;

б) околоземные орбитальные, движущиеся по геоцентрическим орбитам искусственных спутников Земли;

в) межпланетные (экспедиционные); напланетные;

г) все ответы верные

2. Какие типы космических аппаратов не существуют по режиму работы?

а) искусственные спутники Земли — общее название всех аппаратов, находящихся на геоцентрической орбите, то есть вращающихся вокруг Земли

б) космические корабли, автоматические или пилотируемые, — используются для доставки грузов и человека на орбиту Земли; существуют планы полётов на орбиты других планет

Согласована на портале № 33742

в) не орбитальные станции — аппараты, не предназначенные для долговременного пребывания и работы людей на орбите Земли

г) спускаемые аппараты — используются для спуска полезной нагрузки с орбиты искусственного спутника или с межпланетной траектории и мягкой посадки на поверхность Земли либо другого небесного тела. Полезной нагрузкой являются люди, стационарные исследовательские станции, планетоходы и т.д.

3. Какие КА по массовым характеристикам больше 10 кг?

а) фемто

б) пико

в) нано

г) микро

4. Бортовой комплекс управления КА представляет собой совокупность

а) приборов и устройств с информационным и программным обеспечением, предназначенным для управления движением центра масс КА и управления функционированием бортового оборудования, а также для взаимодействия с наземным комплексом управления;

б) приборов со специальным программным обеспечением для управления полетами;

в) программный продукт движением центра масс КА и управления функционированием бортового оборудования;

г) нет верного ответа.

5. Система ориентации и стабилизации (СОС) представляет из себя

а) совокупность аппаратных и программных средств обеспечивающих ориентацию КА вокруг центра масс;

б) программный продукт;

в) набор приборов;

г) все ответы верны.

6. Что не входит в основной состав систем, обеспечивающих жизнедеятельность КА?

а) система энергоснабжения;

б) командная радиолиния;

в) исполнительные органы (двигатели-маховики, реактивные двигатели, магнитные катушки, гравитационные штанги и т.п.) системы ориентации;

г) система энергопотребления.

7. Что не может выступать в качестве целевой аппаратуры?

а) телевизионная или фотокамера;

б) радио-ретранслятор;

в) научная аппаратура для фундаментальных исследований;

г) декодер.

8. Какой тип кодирования используется в командной радиолинии космического аппарата?

а) помехоустойчивое кодирование;

б) алфавитное кодирование;

в) бинарное кодирование;

г) нет верного ответа.

9. В зависимости от состояния КА не может находиться в каком режиме?

а) автономном;

б) сеансовом;

в) испытательном;

г) не рабочем.

10. Что не входит в состав аппаратуры системы управления КА?

а) бортовая аппаратура системы управления (БАСУ)

б) контрольно-испытательная аппаратура (КИАСУ)

в) наземная аппаратура стартового комплекса (НАСУ)

г) все входит

11. Какая из задач космических аппаратов является второстепенной?

а) Исследование космического пространства

б) Доставка людей в верхнюю часть земной атмосферы

Согласована на портале № 33742

в) Доставка исследовательского оборудования на орбиту

г) Нет верного ответа

12. Какая страна не освоила производство автоматически возвращаемых космических аппаратов?

а) Япония

б) Индия

в) Бразилия

г) Нет верного ответа

13. Что не является средством доставки космических аппаратов на орбиту?

а) Ракета-носитель

б) Луноход

в) Самолет

г) Нет верного ответа

14. Какая бортовая система космического аппарата включает в себя Солнечный и Звездный датчики?

а) Система электроснабжения

б) Система управления

в) Система ориентации

г) Нет верного ответа

15. Материалы, используемые в качестве теплозащиты должны выдерживать температуру

а) 300 град

б) 600 град

в) 1200 град

г) свыше 1200 град

16. Особенно тяжелыми условиями для работы КА являются

а) Солнечное излучение

б) Радиационные пояса Земли

в) Космические лучи

г) Электромагнитное излучение Солнца

17. В состав двигательной установки не входят:

а) двигатель

б) система терморегулирования топлива

в) топливная система

г) система регулирования тяги

18. Траектория космического аппарата это есть:

а) линия равной скорости

б) линия равных координат

в) линия перемещения КА

г) плоскость движения КА

19. В связанных с КА системах координат центр располагается:

а) в центре масс

б) в центре симметрии

в) в носовой точке

г) за пределами КА

20. При первой космической скорости КА движения относительно Земли по орбите:

а) круговой

б) эллиптической

в) параболической

г) гиперболической

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Задача радиоуправления КА как частный случай общей задачи дистанционного управления сложным техническим объектом.

Особенности управления КА различного целевого назначения.

Основные понятия, определения, принципы и методы контроля КА. Задачи и цели контроля.

Согласована на портале № 33742

Источники информации («датчики») о положении и состоянии объекта управления и контроля.

Принцип обратной связи. Замкнутый контур управления.

Непрерывные системы. Дискретные системы. Непрерывные системы с дискретным (цифровым) управлением. Уравнения состояния систем, методы решения уравнений. Устойчивость и управляемость систем. Критерии устойчивости.

Наблюдаемость параметров состояния систем. Управляемость системой.

Качество управления. Критерии качества.

Особенности конструкций КА.

Целевые системы. Служебные системы.

Принципы регулирования в различных системах КА.

Контур управления состоянием и системами КА.

Методы и средства анализа состояния систем КА и КА в целом.

Разработка команд и программ передаваемых на КА.

Командно-программные радиолинии.

Контур управления положением и движением КА.

Многофункциональные радиолинии управления КА.

Командно-измерительные системы (КИС).

Бортовые и наземные средства КИС.

Траектории полета (орбиты) КА. Параметры орбит. Орбиты ИСЗ. Орбиты дальних (лунных, межпланетных, околопланетных и межзвездных) КА.

Зоны видимости КА с наземных пунктов (НП). Геометрические размеры зон видимости КА на поверхности Земли. Время нахождения КА в зоне видимости НП. Сеансы связи.

Дальности и скорости КА относительно НП.

Доплеровское смещение частоты принимаемого сигнала.

Углы места и азимуты КА с НП. Влияние притяжения Луны и Солнца на орбиты ИСЗ.

Выбор параметров орбит для КА различного назначения.

Энергетический потенциал радиолинии. Зависимость требуемого энергетического потенциала от скорости передачи информации, методов модуляции и кодирования, методов и средств обработки сигналов в радиосистемах.

Особенности расчета требуемого энергетического потенциала в радиосистемах.

Зависимость энергопотенциала от диапазона частот радиолиний. Факторы, влияющие на выбор рабочей частоты радиолиний различного назначения.

Типичные значения параметров антенн, передатчиков и приемников при радиоуправлении и контроле КА различного назначения.

Методы уплотнения и разделения каналов в радиотелеметрических системах.

Выбор частоты квантования по времени.

Каскадное уплотнение каналов. Разделение каналов в наземной системе.

Средства обработки и отображения ТМ информации.

Кодирование в радиолиниях передачи ТМ-информации.

Выигрыш в энергетическом потенциале при использовании кодирования.

Зависимость выигрыша от требуемой вероятности правильного приема информации.

Особенности командно-программной информации.(КПИ) управления КА.

Разовые команды. Программы. Методы формирования КПИ.

Требования по надежности и помехоустойчивости передачи КПИ. Передача КПИ с квитированием. Кодирование при передаче КПИ.

Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ).

Командно-измерительная система для управления связными и навигационными ИСЗ. История создания и развития.

Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры. Основные параметры и характеристики.

Размещение наземных пунктов. Наземные комплексы управления (НКУ).

Единая командно-измерительная и телеметрическая система (ЕКТС) для управления пилотируемыми ИСЗ.

Согласована на портале № 33742

Функции. История создания и развития.

Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры. НКУ для пилотируемых ИСЗ и МКС.

Задачи систем измерения текущих навигационных параметров (ИТНП). Определение орбит КА по результатам ИТНП. Методы и алгоритмы определения орбит.

Алгоритм метода наименьших квадратов.

Связь точности определения орбит КА с точностью измерения текущих навигационных параметров.

Беззапросные и запросные системы.

Модулирующие сигналы, используемые для измерения дальности до КА.

Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры для измерения дальности и радиальной скорости КА. Цифровые методы, средства и алгоритмы обработки сигналов в системах измерения дальности и радиальной скорости КА.

Способы измерения азимута и угла места КА. Фазовые радиопеленгаторы.

Радиоинтерферометры со сверхдлинными базами (РСДБ).

Измерение угловой скорости движения КА,

Определение положения и орбит КА с помощью глобальных навигационных систем (ГЛОНАСС, GPS). «Классический» метод. Орбитальный метод.

Особенности определения орбит геостационарных ИСЗ с помощью глобальных навигационных систем.

Задачи бортовой системы контроля выполнения команд. Автоматизированный контроль выполнения команд КА.

Формирование команд управления целевой аппаратурой, системой электроснабжения. Контроль выполнения динамических операций в космосе,

Управление функционированием бортовой аппаратуры КА. Бортовой интегрированный вычислительный комплекс.

Задачи управления при посадки КА. Границы высот при входе в атмосферу.

Возможные формы спускаемых аппаратов. Зависимость характеристик спуска от высоты.

Траектории спуска КА

Классификация операции стыковки и построение аппаратуры. Операции встречи на орбите.

Функциональная схема системы сближения. Измерение параметров относительного движения.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Системы с дистанционным управлением.

Динамика изменения дальности, скорости, азимута и угла места КА относительно НП для различных КА.

Зависимость энергетического потенциала от особенностей и режима полета (ориентации) КА.

Блочные и непрерывные (сверточные) коды.

Кодирование при передаче командно-программной информации. Коды Рида-Соломона.

Функциональные схемы бортовой и наземной аппаратуры для измерения дальности и радиальной скорости КА.

Измерения азимута и угла места КА.

Встреча на орбите КА

14.1.4. Темы рефератов

1. Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА.
2. Бортовые системы управления и контроля выполнения команд КА.
3. Конструкции КА.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Основные понятия и определения управления и контроля КА. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Методы описания и функционирования управляемых систем. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Согласована на портале № 33742

Конструкции КА. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Уравнение возмущенного движения центра масс КА. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела. Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов, подготовка к их защите.

Методика расчета энергетического потенциала радиолинии. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Радиотелеметрические системы КА. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Командно-программные радиосистемы. Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Наземные комплексы управления. Работа над конспектом лекций. Основные параметры и характеристики. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела. Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов, подготовка к их защите.

Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела. Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов, подготовка к их защите.

Бортовые системы управления и контроля выполнения команд КА. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

Системы посадки и стыковки КА. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела.

14.1.6. Темы расчетных работ

Произвести расчет радиолинии при заданных параметрах (параметры выдаются индивидуально для каждого студента)

14.1.7. Темы лабораторных работ

Компьютерное моделирование движения космических аппаратов

Изучение аппаратуры настройки ИСЗ КИРС-12

Изучение доплеровских систем измерения вектора скорости

Изучение запросного измерения дальности в космических РТС

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 № 33742

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 № 33742