МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления и контроля космических аппаратов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
Лекции	16	16	часов
Практические занятия	16	16	часов
Всего аудиторных занятий	32	32	часов
Самостоятельная работа	40	40	часов
Всего (без экзамена)	72	72	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	108	108	часов
	3.0	3.0	З.Е

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10363

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от «10» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. РТС _____ Ноздреватых Б. Ф.

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

старший преподаватель каф. РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 10363

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.30.6) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в специальность, Конструкции космических аппаратов, Космическая баллистика, Космические системы, Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга, Космические системы связи и глобального позиционирования GPS.

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

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 студент 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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Проработка лекционного материала	26	26

Согласована на портале № 10363

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

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	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Введение в теорию управления и контроля КА	1	0	1	2	ПСК-8.3
2	Математические методы описания и функционирования управляемых систем	1	2	3	6	ПСК-8.3
3	Устройство КА как объекта управления	1	0	1	2	ПСК-8.3
4	Управление движением центра масс КА	1	2	3	6	ПСК-8.3
5	Энергетика радиолиний КА	1	2	3	6	ПСК-8.3
6	Радиотелеметрические системы контроля КА	1	2	3	6	ПСК-8.3
7	Командно-программные радиосистемы	1	2	3	6	ПСК-8.3
8	Командно-измерительные и телеметрические системы	1	0	1	2	ПСК-8.3
9	Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА	2	0	4	6	ПСК-8.3
10	Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	1	2	2	5	ПСК-8.3
11	Радиосистемы измерения направления на КА	2	2	2	6	ПСК-8.3
12	Бортовая система контроля выполнения команд	1	0	4	5	ПСК-8.3
13	Система автоматической посадки	1	0	4	5	ПСК-8.3
14	Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	1	2	6	9	ПСК-8.3
	Итого	16	16	40	72	

Согласована на портале № 10363

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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	

Согласована на портале № 10363

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 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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	

Согласована на портале № 10363

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).	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
11 Радиосистемы измерения направления на КА	Способы измерения азимута и угла места КА. Фазовые радиопеленгаторы.	2	ПСК-8.3

Согласована на портале № 10363

	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.		
	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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
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.	1	ПСК-8.3
	Итого	1	
Итого за семестр		16	

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 представ-лены 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															

Согласована на портале № 10363

1	Введение в специальность	+													
2	Конструкции космических аппаратов			+											
3	Космическая баллистика									+	+	+			
4	Космические системы		+												
5	Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга					+									
6	Космические системы связи и глобального позиционирования GPS		+				+	+	+						
Последующие дисциплины															
1	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПСК-8.3	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

Согласована на портале № 10363

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
2 Математические методы описания и функционирования управляемых систем	Системы с дистанционным управлением.	2	ПСК-8.3
	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.

Согласована на портале № 10363

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		
	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, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
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	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен

Согласована на портале № 10363

телеметрические системы	Итого	1		
9 Радиосистемы измерения текущих навигационных параметров орбит КА	Проработка лекционного материала	4	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен
	Итого	4		
10 Радиосистемы измерения дальности и/или радиальной скорости КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
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	4	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен
	Итого	4		
13 Система автоматической посадки	Проработка лекционного материала	4	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Экзамен
	Итого	4		
14 Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
Итого за семестр		40		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		76		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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	4	4	4	12

Согласована на портале № 10363

Опрос на занятиях	7	7	8	22
Расчетная работа	10	10	10	30
Реферат			6	6
Итого максимум за период	21	21	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	21	42	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: 16.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Бычков С.И. и др. Космические радиотехнические комплексы. - М.: Сов. радио, 1967. – 584 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)
2. 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

Согласована на портале № 10363

выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1196, дата обращения: 16.01.2017.

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: 16.01.2017.

3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1845, дата обращения: 16.01.2017.

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: 16.01.2017.

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: 16.01.2017.

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: 16.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. поисковые системы сети Интернет

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 20, оборудованная доской, проектором и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 433. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Телевизор - 1 шт.; персональный компьютер с выходом в Интернет; специализированное оборудование - КИРС-12.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс),

Согласована на портале № 10363

расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 406. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры - 8 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

Согласована на портале № 10363

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 10363

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Системы управления и контроля космических аппаратов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **5**
Семестр: **10**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- старший преподаватель каф. РТС Ноздреватых Б. Ф.

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10363

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПСК-8.3	способностью использовать методы оптимизации радиоэлектронных систем космических комплексов	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;; Должен 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;; Должен владеть основами инженерных методов расчета управляющих радиолиний, основами применения компьютерных технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в

Согласована на портале № 10363

			решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-8.3

ПСК-8.3: способностью использовать методы оптимизации радиоэлектронных систем космических комплексов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	особенности автономного и командного радиоуправления, назначение измерительных, командных, связных и телеметрических радиолиний, а также решаемые ими задачи;	выполнять проектные работы в области расчета радиолиний управления летательными аппаратами,	основами применения компьютерных технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Экзамен; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Экзамен;	• Опрос на занятиях; • Экзамен; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Экзамен;	• Экзамен; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• особенности автономного и командного радиоуправления, назначение измерительных, командных, связных и	• выполнять проектные работы в области расчета радиолиний управления летательными аппаратами;	• основами применения компьютерных технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем.;

Согласована на портале № 10363

	телеметрических радиолиний, а также решаемые ими задачи;;		
Хорошо (базовый уровень)	• особенности автономного и командного радиоуправления, назначение измерительных, командных, связных и телеметрических радиолиний;	• выполнять проектные работы в области расчета радиолиний управления летательными аппаратами, используя один или несколько методов;	• основами применения компьютерных технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем (одна или несколько программ);
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• особенности автономного и командного радиоуправления, назначение измерительных, командных, связных и/или телеметрических радиолиний;	• выполнять проектные работы в области расчета радиолиний управления летательными аппаратами, используя один метод;	• основами применения компьютерных технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем (одна программа);

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 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. 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.

3.2 Темы рефератов

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

3.3 Темы опросов на занятиях

– Системы с дистанционным управлением. Динамика изменения дальности, скорости,

Согласована на портале № 10363

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

3.4 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. 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. 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

Согласована на портале № 10363

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.

3.5 Темы расчетных работ

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

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

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

4.2. Дополнительная литература

1. Бычков С.И. и др. Космические радиотехнические комплексы. - М.: Сов. радио, 1967. – 584 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)
2. 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.)

4.3. 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, свободный.
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, свободный.
3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1845, свободный.
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, свободный.
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, свободный.
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, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. поисковые системы сети Интернет

Согласована на портале № 10363