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 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные занятия	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 2017

Согласована на портале № 9348

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 № 9348

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

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

Последующими дисциплинами являются: .

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 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 занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	44	44

Согласована на портале № 9348

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 час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
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

Согласована на портале № 9348

14	Система автоматической стыковки двух космических аппаратов	2	2	0	3	7	ПСК-8.3
	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.	4	ПСК-8.3

Согласована на портале № 9348

	Командно-измерительные системы (КИС). Бортовые и наземные средства КИС.		
	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 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.	2	ПСК-8.3
	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.	2	ПСК-8.3

Согласована на портале № 9348

	Зависимость выигрыша от требуемой вероятности правильного приема информации.		
	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
	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	2	ПСК-8.3

Согласована на портале № 9348

	скорости КА.		
	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	

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.

Согласована на портале № 9348

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	Выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Конструкции космических аппаратов			+											
3	Космическая баллистика		+												
4	Космические комплексы							+	+						
5	Космические системы												+	+	+
6	Космические системы дистанционного зондирования									+	+	+			
7	Космические системы радиомониторинга							+	+						
8	Космические системы связи	+											+	+	+
9	Основы теории радионавигационных систем и комплексов									+	+	+			
10	Преддипломная	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Проектирование радиотехнических систем						+	+	+	+	+	+	+	+	+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 9348

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПСК-8.3	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание 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

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 9348

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.

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	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен

Согласована на портале № 9348

управляемых систем	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, 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	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-8.3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по

Согласована на портале № 9348

скорости КА	Проработка лекционного материала	1		лабораторной работе, Экзамен
	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 к экзамену	36		Экзамен
Итого		80		

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	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

Согласована на портале № 9348

Итого максимум за период	14	24	32	70
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, свободный.

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-методическое пособие и программное обеспечение

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-

Согласована на портале № 9348

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.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. поисковые системы сети Интернет

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Операционная система WINDOWS XP и приложение MICROSOFT OFFICE.

2. Специализированные библиотеки программ и алгоритмов систем для научных исследований MATLAB, LabView.

3. Оригинальные программы для выполнения лабораторных работ путем имитационного моделирования на ЭВМ.

4. Наборы оригинальных презентаций для лекционных и лабораторных занятий.

5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 9348

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 2011 года

Разработчики:

- старший преподаватель каф. РТС Ноздреватых Б. Ф.

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9348

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 № 9348

			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; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • 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	• выполнять проектные работы в области расчета радиолиний	• основами применения компьютерных

Согласована на портале № 9348

	радиоуправления, назначение измерительных, командных, связных и телеметрических радиолиний, а также решаемые ими задачи;;	управления летательными аппаратами;	технологий в процессе расчета и контроля разрабатываемых систем.;
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

Согласована на портале № 9348

системы управления и контроля выполнения команд КА. 3. Конструкции КА.

3.3 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

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

Согласована на портале № 9348

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.

3.5 Темы расчетных работ

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

3.6 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

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. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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

Согласована на портале № 9348

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 № 9348