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

Космические системы связи и глобального позиционирования GPS

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: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	32	часов
2	Практические занятия	32	32	64	часов
3	Лабораторные работы	16	16	32	часов
4	Всего аудиторных занятий	64	64	128	часов
5	Самостоятельная работа	44	44	88	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	216	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	72	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	288	часов
		4.0	4.0	8.0	З.Е

Экзамен: 8, 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15056

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «25» 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:

профессор кафедры РТС ТУСУР	_____	Тисленко В. И.
профессор кафедры РТС ТУСУР	_____	Акулиничев Ю. П.
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:

ст. преподаватель ТУСУР, кафедра РТС	_____	Ноздреватых Д. О.
профессор кафедры кафедра РТС , ТУСУР	_____	Шарыгин Г. С.

Согласована на портале № 15056

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит:

- в изучении системотехнических принципов построения глобальной навигационной системы (ГНСС) GPS;

- в изучении способов построения функциональных блоков и алгоритмов обработки сигналов в приемнике потребителя, их влияния на тактико-технические характеристики навигационного комплекса;

- в изучении основных закономерностей и методов передачи информации в космических телекоммуникационных системах.

1.2. Задачи дисциплины

– - формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем и сетей, владеть общими принципами построения и функционирования космических радиотехнических комплексов;

– - формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ влияния технических характеристик функциональных блоков ГНСС и внешних факторов на тактико-технические параметры космического навигационного комплекса;

– - владеть профессиональной терминологией в области радиоэлектронных систем космической навигации и общими принципами построения их функциональных элементов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Космические системы связи и глобального позиционирования GPS» (Б1.Б.30.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Антенные решетки космических комплексов, Иностранный язык, Космическая баллистика, Космические системы, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Радиоавтоматика, Радиотехнические цепи и сигналы, Статистическая радиотехника, Статистическая теория радиотехнических систем, Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Теория радиосистем передачи информации, Устройства СВЧ и антенны.

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки

– **уметь** формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации

– **владеть** математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов

Согласована на портале № 15056

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	128	64	64
Лекции	32	16	16
Практические занятия	64	32	32
Лабораторные работы	32	16	16
Самостоятельная работа (всего)	88	44	44
Оформление отчетов по лабораторным работам	22	16	6
Проработка лекционного материала	24	9	15
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	42	19	23
Всего (без экзамена)	216	108	108
Подготовка и сдача экзамена	72	36	36
Общая трудоемкость ч	288	144	144
Зачетные Единицы	8.0	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
9 семестр						
1 Введение	4	0	0	2	6	ПСК-8.1
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	1	6	0	6	13	ПСК-8.1
3 Бортовое и наземное оборудование	2	6	8	8	24	ПСК-8.1
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	2	8	8	10	28	ПСК-8.1
5 Современные ССС	2	4	0	8	14	ПСК-8.1
6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	3	8	0	9	20	ПСК-8.1

Согласована на портале № 15056

7 Заключение	2	0	0	1	3	ПСК-8.1
Итого за семестр	16	32	16	44	108	
8 семестр						
8 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы	2	0	0	2	4	ПСК-8.1
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	2	12	4	11	29	ПСК-8.1
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	2	6	0	5	13	ПСК-8.1
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	2	0	4	5	11	ПСК-8.1
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	3	6	4	8	21	ПСК-8.1
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	3	8	4	11	26	ПСК-8.1
14 Заключение. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	2	0	0	2	4	ПСК-8.1
Итого за семестр	16	32	16	44	108	
Итого	32	64	32	88	216	

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
9 семестр			

Согласована на портале № 15056

1 Введение	Определения. Энергетические характеристики станции (ЗС или КС). Эксперименты по использованию пассивных ретрансляторов в ССС. Вехи в развитии активных ССС.	2	ПСК-8.1
	Определения. Энергетические характеристики станции (ЗС или КС). Эксперименты по использованию пассивных ретрансляторов в ССС. Вехи в развитии активных ССС.	2	
	Итого	4	
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Виды орбит ИСЗ. Параметры эллиптических орбит. Особенности спутниковых радиолиний, обусловленные типом орбиты. Коррекция орбиты ИСЗ. Диапазоны частот, используемые для спутниковой связи и вещания в Европе. Энергетика спутниковых радиолиний. Особенности распространения радиоволн в тропосфере и ионосфере.	1	ПСК-8.1
	Итого	1	
3 Бортовое и наземное оборудование	Типы антенн ССС и их основные характеристики. Системы VSAT. Фидеры. Опорно-поворотное устройство антенны ЗС. Бортовая аппаратура ИСЗ. Типы ретрансляторов. Вспомогательные системы ИСЗ. Наземные технические средства.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции.Многостанционный доступ с частотным и временным методами разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем с ЧРК и ВРК, особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
5 Современные ССС	Глобальные ССС (Intelsat, Eutelsat, PanAmSat, AsiaSat и др.). Спутниковая связь в России (ИСЗ производства ОАО ИСС, ИСЗ серии Ямал и др.).	2	ПСК-8.1
	Итого	2	

Согласована на портале № 15056

6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы оборудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты.Методы МД в сотовых системах стандартов GSM и CDMA, а также в спутниковых системах Intelsat, Iridium, Globalstar.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
7 Заключение	Космодромы и ракеты-носители. Перспективы развития спутниковых систем связи.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
8 семестр			
8 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы	Космические навигационные системы – альтернатива наземным системам дальней навигации. Координатно-временное обеспечение потребителей. Факторы, ограничивающие достижимую точность навигации и точность поддержания шкалы времени потребителя. Научно-технические проблемы создания высокоточных глобальных навигационных спутниковых систем. Системы «Транзит» «Цикада», «Navstar», «ГЛОНАСС».	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Подсистема навигационных космических аппаратов. Подсистема контроля параметров орбит КА, управления положением КА и поддержания системной шкалы времени. Навигационная аппаратура потребителей. Функциональные задачи. Технические требования и проблемы их достижения. ГЛОНАСС и GPS	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные	Структура приемника потребителя. Назначение и функции элементов	2	ПСК-8.1

Согласована на портале № 15056

задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	функциональной схемы. Технические характеристики блоков и их структура. Когерентный и некогерентный прием.		
	Итого	2	
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	Параллельный и последовательный поиск по частоте и временной задержке. Структуры с корреляционной и спектральной обработкой. Технические характеристики блока поиска-обнаружения.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Структура контуров слежения и формирование оценок псевдодальности псевдоскорости и псевдофазызы. Вероятностные характеристики точности оценок.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Математическая модель наблюдений псевдодальности и псевдо-скорости. Алгоритм метода наименьших квадратов. Структура и алгоритм расширенного фильтра Калмана.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
14 Заключение. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Новые сигналы с модуляцией типа BOC. Повышение точности эфемеридного обеспечения НКА. Дифференциальный режим работы ГНСС.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		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 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 Антенные решетки космических комплексов			+											

Согласована на портале № 15056

2 Иностранный язык		+			+	+		+						+
3 Космическая баллистика							+	+						
4 Космические системы	+						+	+						+
5 Основы теории радионавигационных систем и комплексов								+	+	+				
6 Радиоавтоматика												+	+	
7 Радиотехнические цепи и сигналы									+	+	+	+		
8 Статистическая радиотехника											+	+	+	
9 Статистическая теория радиотехнических систем										+	+	+	+	
10 Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике										+	+	+	+	
11 Теория радиосистем передачи информации				+	+	+			+					
12 Устройства СВЧ и антенны			+											
Последующие дисциплины														
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты				+	+			+	+					
2 Конструкции космических аппаратов			+											

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

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

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 15056

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПСК-8.1	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Коллоквиум, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа

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
9 семестр			
3 Бортовое и наземное оборудование	Исследование помехоустойчивости приемника М-позиционных цифровых сигналов.Исследование преобразователей непрерывных величин в двоичный код	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Исследование межканальных помех при многостанционном доступе с кодовым разделением каналов. Исследование системы связи с временным разделением каналов с время-импульсной модуляцией. Исследование помехоустойчивости кода с проверкой на четность и циклического кода	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
8 семестр			

Согласована на портале № 15056

9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Изучение структуры и формата радионавигационных сигналов в ГНСС (ГЛОНАСС/GPS).Частотно-временная АКФ навигационного сигнала. Функция неопределенности.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	Исследование алгоритма и процессов преобразования сигналов в блоке поиска-обнаружения.Характеристики обнаружения.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Изучение структуры блока слежения в приемнике ГНСС (ГЛОНАСС/GPS) и процессов формирования оценок радионавигационных параметров в режиме слежения.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Изучение алгоритмов решения навигационной задачи, процессов формирования оценок навигационного вектора потребителя и ухода его шкалы времени от системной	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		32	

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
9 семестр			
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Орбиты ИСЗ и диапазоны частот ССС	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
3 Бортовое и наземное оборудование	Бортовое и наземное оборудование	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Методы модуляции и многостанционного доступа	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
5 Современные ССС	Современные ССС	4	ПСК-8.1
	Итого	4	

Согласована на портале № 15056

6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
Итого за семестр		32	
8 семестр			
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Наземный и космический сегменты ГЛОНАСС . Сегмент приемной аппаратуры потребителя. Состав оборудования, задачи и технические требования. Энергетика радиолинии.	4	ПСК-8.1
	Структура навигационного сигнала. Частотно-временная корреляционная функция. Инструментальная, шумовая и внешняя погрешности оценки радионавигационных параметров в приемнике потребителя.	4	
	Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели.	4	
	Итого	12	
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	Блок поиска-обнаружения, преобразования сигналов в блоке. Алгоритм поиска-обнаружения. Технические характеристики . Основные соотношения.	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Блок формирования текущих оценок пседодальности и псевдоскорости в режиме слежения (блок слежения). Постановка задачи синтеза алгоритма формирования оценок. Синтез дискриминатора и фильтра в контуре следящей системы. Эквивалентная схема следящего контура. Алгоритм фильтра Калмана. Технические характеристики в режиме захвата и слежения.	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Метод наименьших квадратов в навигационной задаче координатно-частотно-временного обеспечения потребителя.Численный алгоритм Ньютона-Рафсона. Постановка задачи	8	ПСК-8.1

Согласована на портале № 15056

	на основе методов марковской теории нелинейной фильтрации. Алгоритм расширенного фильтра Калмана.		
	Итого	8	
Итого за семестр		32	
Итого		64	

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
8 семестр				
8 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита отчета, Опрос на занятиях, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-8.1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		

Согласована на портале № 15056

и способы реализации блока поиска.				
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита отчета, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
14 Заключение. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
Итого за семестр		44		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
9 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Выступление (доклад) на занятии, Собеседование
	Итого	2		
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-8.1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Бортовое и наземное оборудование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-8.1	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях,
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 15056

	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Итого	8		
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПСК-8.1	Коллоквиум, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	10		
5 Современные ССС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-8.1	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПСК-8.1	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	9		
7 Заключение	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.1	Контрольная работа
	Итого	1		
Итого за семестр		44		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		160		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
9 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	3	3	3	9
Домашнее задание	4	4	4	12
Защита отчета		2	2	4

Согласована на портале № 15056

Контрольная работа			20	20
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		4	4	8
Расчетная работа	5	3	3	11
Итого максимум за период	14	18	38	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	14	32	70	100
8 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Защита отчета		5	5	10
Контрольная работа			15	15
Опрос на занятиях	10	10	10	30
Итого максимум за период	15	20	35	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	35	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)

Согласована на портале № 15056

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория электрической связи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5858, дата обращения: 11.02.2017.
2. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 11.02.2017.
3. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2123, дата обращения: 11.02.2017.
4. Вейцель В. А. Радиоприемники спутниковых систем определения координат. Учебное пособие для вузов / В. А. Вейцель, А. В. Вейцель. – М. : Вузовская книга, 2013. – 224 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М: Радио и связь, 2000. – 800 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
2. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Под ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия –Телеком 2005. – 648 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
3. Яценков В. С. Основы спутниковой навигации: Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС : справочное издание / В. С. Яценков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 272 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : Учебник для вузов / А. Б. Сергиен-ко. - СПб. : Питер, 2003. – 604. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)
5. 3. Сборник задач по курсу "Радионавигационные системы". Учебное пособие для вузов / П. А. Бакулев [и др.] - М. : Радиотехника, 2011. - 112 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5862, дата обращения: 11.02.2017.
2. Космические системы связи: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория электрической связи». / Акулиничев Ю. П. - 2015. 125 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5859, дата обращения: 11.02.2017.
3. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. (Рекомендовано для практических самостоятельных и лабораторных работ). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 11.02.2017.
4. Математические модели динамических систем в форме уравнений для переменных состояния: Учебно-методическое пособие к практическим работам по теме «Математические модели динамических систем» по курсу «Радиосистемы управления» / Тисленко В. И. - 2011. 44 с. (Рекомендовано для практических, лабораторных и самостоятельных работ). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2126, дата обращения: 11.02.2017.

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:

Согласована на портале № 15056

– 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. 1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru.
2. 2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru.
3. 3. Операционная система Windows.
4. 4. MathCad

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 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

1. Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения практических занятий (один компьютер с доступом в Интернет, возможно применение демонстрационного материала). Рассчитана на одну группу. 2. Аудитория 406 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (девять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 423, 406. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 3 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 422. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 16 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

Согласована на портале № 15056

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.

Успех освоения части курса, связанной с вопросами теории построения и функционирования радиоэлектронных систем в составе комплексов глобального позиционирования требует, прежде всего, уверенных знаний по курсу "Статистическая теория радиосистем". В этой связи следует иметь доступ к литературе по этому курсу и при возникновении проблем обращаться к обновлению знаний по соответствующим разделам .

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;
- 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;

Согласована на портале № 15056

– 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 № 15056

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

Космические системы связи и глобального позиционирования GPS

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: **4, 5**
Семестр: **8, 9**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- профессор кафедры РТС ТУСУР Тисленко В. И.
- профессор кафедры РТС ТУСУР Акулиничев Ю. П.

Экзамен: 8, 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15056

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-8.1	способностью владеть общими принципами построения и функционирования космических радиотехнических комплексов	Должен знать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки; Должен уметь формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации; Должен владеть математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов;

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	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения	Берет ответственность за завершение задач в исследовании,

Согласована на портале № 15056

	изучаемой области	определенных проблем в области исследования	приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в 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-8.1

ПСК-8.1: способностью владеть общими принципами построения и функционирования космических радиотехнических 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	физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки; - основы теории функционирования ГНСС и ее функциональных элементов; - факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; - технические пути оптимизации характеристик навигационного комплекса;	формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и чис-ленные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации; представить структурную схему ГНСС и дать описание преобразований сигналов в ее основных функциональных блоках; выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса;	математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов; - профессиональной терминологией в области радиоэлектронных систем космической навигациии; - физическим содержанием преобразований сигналов в функциональных блоках ГНСС
Виды занятий	• Практические занятия;	• Практические занятия;	• Лабораторные работы;

Согласована на портале № 15056

	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Собеседование; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • 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)	• 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 решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

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 Темы коллоквиумов

– Особенности спутниковых радиолиний, обусловленные типом орбиты. Типы антенн ССС и их основные характеристики. Системы VSAT. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом. Глобальные ССС (Intelsat, Eutelsat, PanAmSat, AsiaSat

Согласована на портале № 15056

и др.)

3.2 Темы домашних заданий

– 1) Дискретизация непрерывных сигналов, АЦП и ЦАП. 2) Линейные блочные коды, коды Хэмминга. 3) Циклические коды, коды БЧХ . 4) Скорость передачи информации. Пропускная способность канала. 5) Избыточность и кодирование в каналах без помех. 6) Демодуляция цифровых сигналов. 7) Многостанционный доступ. Типовые задачи. 1. Студент может получить зачет с вероятностью 0,3, не проработав весь материал, и с вероятностью 0,9, проработав весь материал курса. Какое количество информации о подготовленности студента к зачету можно получить по данным о результатах сдачи зачета? В среднем 90% студентов готовы к сдаче зачета. 2. Погрешность фазометра распределена нормально со с.к.о. 3°. Найти количество информации, получаемой при измерении значения начальной фазы радиосигнала, если она может с одинаковой вероятностью принять любое значение. 3. Вычислить пропускную способность стандартного телефонного канала с полосой (0,3 – 3,4) кГц, если шум в канале белый гауссов, а для обеспечения требуемого качества приёма необходимо иметь дБ. Как изменится это отношение при той же производительности источника, если сузить полосу канала до 0,8 кГц? 4. Сообщение на выходе источника без памяти состоит из букв, принимающих значение А и В с вероятностями 0,7 и 0,3. Произвести кодирование по методу Шеннона-Фано от-дельных букв, двух- и трехбуквенных блоков. Сравнить коды по их эффективности. 5. Составить кодовую таблицу, определить кодовое рас¬стояние и вычислить минимальное значение избыточности 3-разрядного двоичного кода, удовлетворяющего требованиям: а) код содержит максимальное количество кодовых слов; б) код обнаруживает все однократные ошибки; в) код исправляет все однократные ошибки. Построить геометрические модели полученных кодов.

– Выполнить энергетический расчет радиолинии для типовых значений параметров передатчика НКА, коэффициентов усиления антенн приемника и передатчика при использовании типовых параметров радионавигационных сигналов ГНСС ГЛОНАСС. Характеристики обнаружения навигационного приемника при когерентном и некогерентном накоплении. Оценить время поиска НС для заданных значений параметров блока слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости в режиме слежения. Структура следящей системы. Параметры, определяющие точность оценок радионавигационных параметров сигналов НКА. Блок навигационного вычислителя : постановка задачи синтеза алгоритма формирования оценок навигационного вектора потребителя (алгоритм МНК и алгоритм расширенного фильтра Калмана).

3.3 Вопросы на собеседование

– Цифровые сигналы. Дискретные сигналы. Последовательность гауссовских случайных величин. Непрерывные сигналы. Основные параметры: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Стационарный гауссовский случайный процесс. Белый шум. Узкополосный процесс. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолучевого распространения волн как фильтр со случайно изме-няющимися параметрами. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Линейная цифровая фильтрация и генерирование последовательностей символов. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Последовательный и параллельный способы передачи. Разнесенный прием. Способы разнесения. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом". Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки, кодовое расстояние. Линейные блочные коды. Код Хемминга. Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса.

3.4 Темы опросов на занятиях

– Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС

– Формат радионавигационных сигналов (РНС) ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Современные типы сигналов (BOC). Структура навигационного сообщения.

– Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков.

Согласована на портале № 15056

Двухэтапная обработка сигналов.

– Статистический синтез оптимальных дискриминаторов в следящих системах за фазой, частотой, временной задержкой. Когерентный и некогерентный режим работы.

– Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.

– Задача поиска - обнаружения. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения.

– Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя

3.5 Темы докладов

– Технология MIMO и работа при наличии мультипликативных помех. Почему удобно использовать разные методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Причины широкого использования псевдослучайных последовательностей. Основные методы сжатия с потерей информации. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом".

– Следящий контур за псевдозадержкой навигационного сигнала. Структурная схема контура слежения. Источники погрешностей. Соотношение для СКО оценки задержки.

– Следящий контур за псевдочастотой навигационного сигнала. Структурная схема контура слежения. Источники погрешностей. Соотношение для СКО оценки псевдодоплеровского сдвига частоты

3.6 Экзаменационные вопросы

– Формирование многоканального цифрового сигнала при использовании импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) и разностных методов кодирования. Методы модуляции и структура радиосигналов. Синтез радиосигналов. Искажения в канале, межсимвольная интерференция. Прием М-ичного сигнала на фоне белого шума, корреляционный метод приема, битовая вероятность ошибки. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Способы разнесенных передачи и приема дискретных сообщений в условиях флуктуации амплитуд и фаз сигналов вследствие многолучевости. Принципы защиты информации от несанкционированного доступа. Скремблирование цифровых сигналов. Шифрование речи в системах CDMA. Принципы криптозащиты с различными ключами на основе стандартов DES и RSA. Оптимальные системы сигналов для передачи в постоянном канале с белым шумом. Сигнально-кодовые конструкции. Симплексные коды, коды Адамара, биортогональные коды. Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы оборудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Многоканальные цифровые системы передачи с ИКМ.

– Принцип функционирования ГНСС и основные параметры систем ГЛОНАСС и GPS 1.1 Метод определения местоположения потребителя и скорости его движения. Геометрия созвездия навигационных космических аппаратов (НКА). 1.2 Формат навигационного сигнала. Знать основные параметры дальномерного кода, навигационного сообщения, соотношение периодов; что содержит навигационное сообщение и как оно модулирует излучаемый высокочастотный сигнал. Уметь изобразить графически. 1.3 Что дает использование сигнала с ФКМ модуляцией? Что дает использование непрерывного режима излучения? 2. Функциональная схема приемника потребителя. Назначение функциональных блоков. 3. Бюджет погрешностей оценки местоположения – источники ошибок (их порядок) . Физическое пояснение влияния различных факторов. Характер влияния АЧХ и ФЧХ приемного тракта на погрешность оценки местоположения потребителя. 4. Функция неопределенности периодического навигационного радиосигнала с ФКМ (ее главные сечения). 5. Согласованный оптимальный фильтр. Свойства фильтра. Форма и уровень выходного сигнала в максимуме. Реализация в виде коррелятора с опорным сигналом. Структура интеграла свертки. Показать, как этот интеграл преобразуется в корреляционный интеграл. 6. Двухэтапная обработка сигнала в приемнике потребителя. Что выполняется на первом этапе обработки? Как реализуется эта обработка? 7. Функциональная схема следящей системы с дискриминаторами . Что определяет точность (СКО) оценки временной псевдо-задержки дальномерного кода? Что определяет точность (СКО) псевдо-доплеровского

Согласована на портале № 15056

сдвига частоты в приемнике потребителя? Почему мы употребляем термин «ПСЕВДО»? Какие сигналы являются входными для дискриминатора? 8. Как определяют функцию дискриминатора? Что есть функция правдоподобия выборки? Что следует задать, чтобы записать выражение функции правдоподобия? Привести пример для простейшего случая: прямые наблюдения постоянной неизвестной величины λ на фоне ад-дитивного гауссовского шума. Представление МП оценки в рекурсив-ной форме. 9. МП оценка фазы полностью известного регулярного сигнала на фоне белого гауссовского шума. Блок схема устройства формирования оценки. 10. В чем суть представления сигнала на выходе дискриминатора в форме модели линейного статистического эквивалента? С какой целью это делают? Как определяют характеристики петлевого фильтра в контуре слежения? 11. Понятие простого марковского случайного процесса. Что определяет многомерную ПРВ простого марковского процесса. Линейная динамическая система – уравнения вектора состояния. 12. Постановка задачи линейной фильтрации сообщения в марковской теории фильтрации. Уравнения для вектора состояния, уравнения для вектора наблюдения. Фильтр Калмана: структура фильтра, уравнение для оценки вектора состояния. Циклическое повторение двух этапов : экстраполяция оценки на один шаг и коррекция оценки при поступлении текущего наблюдения. Пояснения по результатам лабораторной работы. 13. Назначение блока поиска. Алгоритм работы. Что определяет количество ячеек на плоскости: «задержка» и «частотный сдвиг». Пояснения по результатам лабораторной работы. 14. Навигационный вычислитель. Постановка задачи при использовании алгоритма МНК для оценки координат и вектора скорости пользователя. Пояснения по результатам лабораторной работы.

3.7 Темы контрольных работ

– 1) Математическое описание сигналов и помех. 2) Кодирование источника. 3) Кодирование канала. 4) Ошибки при демодуляции. Регенерация цифрового сигнала.

3.8 Темы расчетных работ

– 1) Математическое описание сигналов и помех. 2) Кодирование источника. 3) Кодирование канала. 4) Ошибки при демодуляции. Регенерация цифрового сигнала. Типовой пример расчетной работы: Расчетная работа 4, дата сдачи :xxx Каждую из работ представить в виде отдельной брошюры. Все расчеты сопровождать подробными пояснениями вплоть до подстановки численных значений. После завершения всех вычислений по каждой из задач результаты округляются до двух знаков после десятичной точки и приводятся в виде таблицы в том же порядке, как они даны в задании. Последнее (дополнительное) значение в таблице ответов – это сумма S всех приведенных в ней значений (контрольная сумма). 1) Номер варианта работы равен номеру N студента в списке группы. 2) Файл в формате Word 2003 с именем “Фамилия-Группа-Номер работы” направлять по адресу: xxx@mail.ru. Использовать подтверждение об открытии сообщения. Возможно представление твердой копии. 3) Оформление в соответствии со стандартом ТУСУР. Обязательны ссылки на источники, в т. ч. студенческие. 4) Баллы по работам, представленным позже 24 час указанной даты, начисляются в половинном размере. 5) Работы, содержащие признаки копирования, даже с подстановкой собственных данных, рассматриваться не будут. Задача 1 1) Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала Источник информации создает цифровой поток В мегабит в секунду. На вход ра-диолинии с выхода передатчика подается последовательность двоичных радиоимпульсов, модулированных по закону М (М=1 для АМ, М=2 для ЧМ с ортогональными сигналами, М=3 для ФМ). Задана требуемая вероятность битовой ошибки Рош на выходе опти-мального когерентного демодулятора Рош и величина ослабления в линии F. На входе приемника присутствует аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотно-стью No. Определить требуемую среднюю мощность W передаваемых сигналов обоих видов (0 и 1) без использования корректирующего кода (W1), при использовании (n,k)-кода Хэмминга в режиме исправления ошибки (W2) и в режиме обнаружения ошибки (W3). Определить в каждом из режимов вероятность битовой ошибки на выходе линии связи (декодера) (РБ1, РБ2, РБ3). При расчетах считать, что вероятность ошибки в канале переспроса (режим обнаружения ошибки) пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления искаженной комбинации на выходе декодера. Примечания: 1) 1пВт=10-12 Вт. 2) При вычислении отношения сигнал/шум необходимо учитывать, что длительность передаваемых импульсов должна уменьшаться при увеличении избыточности, чтобы обеспечить заданную

Согласована на портале № 15056

скорость передачи В информационных символов. Задача 2 1) Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния На кабельной линии, содержащей n регенерационных участков, регенерация двоичных импульсов в полном смысле этого слова проводится лишь в обслуживаемых регенерационных пунктах (ОРП), размещенных на каждом m-м участке. На остальных участках размещены необслуживаемые регенерационные пункты (НРП), в которых входной сигнал лишь усиливается. Определить вероятность ошибки при демодуляции сигнала на выходе некогерентной линии Рош, если при n=1 эта величина известна [1]. Найти отношение сигнал/шум q1, которое потребовалось бы для обеспечения той же вероятности ошибки Рош на выходе линии для двух случаев: 1) все регенераторы – это НРП (qНРП, дБ); 2) все регенераторы – это ОРП (qОРП, дБ).

3.9 Темы лабораторных работ

– Изучение структуры и формата радионавигационных сигналов в ГНСС (ГЛОНАСС/GPS).Частотно-временная АКФ навигационного сигнала. Функция неопределенности.

– Исследование алгоритма и процессов преобразования сигналов в блоке поиска-обнаружения.Характеристики обнаружения.

– Изучение структуры блока слежения в приемнике ГНСС (ГЛОНАСС/GPS) и процессов формирования оценок радионавигационных параметров в режиме слежения.

– Изучение алгоритмов решения навигационной задачи, процессов формирования оценок навигационного вектора потребителя и ухода его шкалы времени от системной

3.10 Темы курсовых проектов (работ)

– Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрены.

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. Теория электрической связи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5858, свободный.

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

3. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2123, свободный.

4. Вейцель В. А. Радиоприемники спутниковых систем определения координат. Учебное пособие для вузов / В. А. Вейцель, А. В. Вейцель. – М. : Вузовская книга, 2013. – 224 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М: Радио и связь, 2000. – 800 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Под ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия –Телеком 2005. – 648 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

3. Яценков В. С. Основы спутниковой навигации: Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС : справочное издание / В. С. Яценков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 272 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : Учебник для вузов / А. Б. Сергиен-ко. - СПб. : Питер, 2003. – 604. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

5. 3. Сборник задач по курсу "Радионавигационные системы". Учебное пособие для

Согласована на портале № 15056

вузов / П. А. Бакулев [и др.] - М. : Радиотехника, 2011. - 112 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5862, свободный.
2. Космические системы связи: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория электрической связи». / Акулиничев Ю. П. - 2015. 125 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5859, свободный.
3. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. (Рекомендовано для практических самостоятельных и лабораторных работ). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728, свободный.
4. Математические модели динамических систем в форме уравнений для переменных состояния: Учебно-методическое пособие к практическим работам по теме «Математические модели динамических систем» по курсу «Радиосистемы управления» / Тисленко В. И. - 2011. 44 с. (Рекомендовано для практических, лабораторных и самостоятельных работ). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2126, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru.
2. 2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru.
3. 3. Операционная система Windows.
4. 4. MathCad

Согласована на портале № 15056