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 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: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	98	98	часов
6	Самостоятельная работа	82	82	часов
7	Всего (без экзамена)	180	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 9 семестр
Курсовая работа (проект): 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13126

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 каф. РТС _____ Тисленко В. И.

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:

Профессор кафедры ТУСУР, каф. РЗИ _____ длывсофщыШВСР Д. Д.

Согласована на портале № 13126

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит:

- в изучении системотехнических принципов построения и параметров глобальной навигационной системы (ГНСС) GPS;
- в изучении способов формирования и характеристик навигационных сигналов;
- в изучении способов обработки сигналов и процессов в приемнике потребителя и их влияния на тактико-технические характеристики навигационного комплекса.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно осваивать современные методы формирования и обработки сигналов в приемо-передающей аппаратуре ГНСС, понимать сущность и особенности процессов преобразования этих сигналов, уметь изложить постановку задачи по исследованию характеристик функциональных блоков навигационного приемника, знать содержание проблем, связанных с повышением точности позиционирования в ГНСС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы глобального позиционирования GPS» (Б1.Б.29.5) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика 1. Высшая математика, Математика 2. Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем передачи информации, Основы теории цепей, Радиоавтоматика, Радиотехнические цепи и сигналы, Статистическая радиотехника, Устройства приема и преобразования сигналов.

Последующими дисциплинами являются: .

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** основы теории функционирования ГНСС и ее элементов, виды радионавигационных сигналов (РНС), принципы построения системы поиска РНС, устройств формирования оценок радионавигационных параметров сигналов в режиме слежения; факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; технические пути оптимизации характеристик навигационного комплекса.

– **уметь** 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.

– **владеть** инженерной терминологией и способами описания преобразований сигналов в функциональных блоках ГНСС; методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы. .

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр

Согласована на портале № 13126

Аудиторные занятия (всего)	98	98
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	18	18
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8
Самостоятельная работа (всего)	82	82
Выполнение курсового проекта (работы)	40	40
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

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	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр							
1 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы.	2	0	0	0	8	2	ПСК-8.1
2 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС.	4	4	0	6		14	ПСК-8.1
3 Формат радионавигационных сигналов (РНС) ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Современные типы сигналов (BOC). Структура навигационного сообщения.	3	4	4	4		15	ПСК-8.1
4 Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели.	3	4	0	6		13	ПСК-8.1

Согласована на портале № 13126

5 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. Двухэтапная обработка сигналов.	3	4	0	4		11	ПСК-8.1
6 Статистический синтез оптимальных дискриминаторов в следящих системах за фазой, частотой, временной задержкой. Когерентный и некогерентный режим работы.	6	6	4	6		22	ПСК-8.1
7 Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.	5	6	0	24		35	ПСК-8.1
8 Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	6	4	5	26		41	ПСК-8.1
9 Задача поиска. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	4	4	5	6		19	ПСК-8.1
Итого за семестр	36	36	18	82	8	180	
Итого	36	36	18	82	8	180	

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			
1 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 систем. Системы «Транзит» «Цикада», «Navstar», «ГЛОНАСС».	2	ПСК-8.1

Согласована на портале № 13126

	Итого	2	
2 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС.	Подсистема навигационных космических аппаратов. Подсистема контроля параметров орбит КА, управления положением КА и поддержания системной шкалы времени. Навигационная аппаратура потребителей. Структурные схемы, функциональные задачи. Технические требования и проблемы их достижения. ГЛОНАСС и GPS	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
3 Формат радионавигационных сигналов (РНС) ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Современные типы сигналов (BOC). Структура навигационного сообщения.	Требования к радиосигналам ГНСС. Математическое описание радиосигналов. Фазоманипулированные сигналы. ФМ-н сигналы с модуляцией на поднесущей. Потенциальная точность оценки временной задержки и частотного сдвига. Энергетика радиолинии НКА-потребитель. Сигналы в ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Навигационное сообщение , модуляция излученного сигнала сообщением.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
4 Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели.	Системная шкала времени. Бортовая шкала времени и ее корректировка. Шкала времени потребителя. Нестабильность частоты и времени в опорных генераторах. Математическая модель вариаций шкалы времени и частоты опорного генератора приемника.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
5 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. Двухэтапная обработка сигналов.	Структура приемника потребителя. Назначение и функции элементов функциональной схемы. Технические характеристики блоков. Особенности демодуляции сигналов в приемнике. Приемники с двух этапной и одноэтапной обработкой.	3	
	Итого	3	
6 Статистический синтез оптимальных дискриминаторов в следящих системах за фазой, частотой, временной задержкой. Когерентный и некогерентный режим работы.	Принципы построения следящих систем в приемнике ГНСС. Когерентная и некогерентная обработка сигналов. Синтез дискриминаторов когерентных приемников. Синтез дискриминаторов некогерентных приемников. Статистические характеристики	6	ПСК-8.1

Согласована на портале № 13126

	сигналов в квадратурном корреляторе при когерентном и некогерентном приеме. Статистические характеристики сигналов дискриминаторов временной задержки, частоты и фазы.		
	Итого	6	
7 Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.	Постановка задачи фильтрации в марковской теории фильтрации состояния динамической системы. Фильтры Калмана и Винера. Математическая модель сигналов на входе сглаживающих фильтров. Комплексный фильтр слежения за фазой и частотой сигнала в когерентном приемнике. Комплексный фильтр слежения за задержкой огибающей автокорреляционной функции НС и доплеровской частотой сигнала при некогерентном приеме.	5	ПСК-8.1
	Итого	5	
8 Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. 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.	6	
	Итого	6	
9 Задача поиска. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Параллельный и последовательный поиск по частоте и временной задержке. Структуры с корреляционной и спектральной обработкой. Технические характеристики блока поиска-обнаружения. Перспективные направления технологии спутниковой навигации на современном этапе развития ГНСС.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Математика 1. Высшая			+	+		+	+	+	+

Согласована на портале № 13126

математика									
2 Математика 2. Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике				+		+	+	+	+
3 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств						+	+	+	
4 Основы теории радиолокационных систем и комплексов		+			+				+
5 Основы теории радионавигационных систем и комплексов		+	+	+	+				
6 Основы теории радиосистем передачи информации			+						
7 Основы теории цепей			+	+		+	+	+	+
8 Радиоавтоматика						+	+		
9 Радиотехнические цепи и сигналы			+	+	+	+	+	+	+
10 Статистическая радиотехника		+		+	+	+	+	+	+
11 Устройства приема и преобразования сигналов		+			+				

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 № 13126

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПСК-8.1	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Выступление (доклад) на занятии, Отчет по курсовой работе

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			

Согласована на портале № 13126

3 Формат радионавигационных сигналов (РНС) ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Современные типы сигналов (BOC). Структура навигационного сообщения.	Изучение структуры и формата радионавигационных сигналов в ГНСС (ГЛОНАСС/GPS).Частотно-временная АКФ навигационного сигнала. Функция неопределенности.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
6 Статистический синтез оптимальных дискриминаторов в следящих системах за фазой, частотой, временной задержкой. Когерентный и некогерентный режим работы.	Изучение структуры следящих систем в приемнике ГНСС (ГЛОНАСС/GPS). Изучение принципов работы и процессов в частотном, временном и фазовом дискриминаторахследящих систем приемника потребителя.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
8 Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Изучение алгоритма обработки данныхв навигационном вычислителе. Алгоритм МНК.	5	ПСК-8.1
	Итого	5	
9 Задача поиска. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Исследование алгоритма и процессов преобразования сигналов в блоке поиска-обнаружения.Расчет характеристик обнаружения.	5	ПСК-8.1
	Итого	5	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
2 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС.	Наземный сегмент и космический сегменты ГЛОНАСС . Сегмент приемной аппаратуры потребителя. Состав оборудования, задачи и технические требования.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
3 Формат радионавигационных сигналов (РНС) ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Современные типы сигналов (BOC). Структура навигационного сообщения.	Структура навигационного сигнала (GPS/ГЛОНАСС). Параметры модуляции. Частотно-временная корреляционная функция навигационного сигнала (НС). Ее структура (огибающая и фаза). Функция неопределенности (ФН)	4	ПСК-8.1

Согласована на портале № 13126

	периодического навигационного сигнала. Тело неопределенности. Параметры ФН и их взаимосвязь с параметрами модуляции НС. Новые типы сигналов с BOC модуляцией.		
	Итого	4	
4 Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели.	Задача координатно-временного обеспечения потребителя. Системная шкала времени. Бортовая шкала времени. Шкала времени потребителя. Нестабильность опорных генераторов. Математическая модель вариаций шкалы времени и частоты ОГ в терминах переменных состояния. Синхронизация шкал времени. Основные соотношения.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
5 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. Двухэтапная обработка сигналов.	Структура приемника ГНСС GPS/ГЛОНАСС. Функциональные блоки, процессы обработки сигналов. Технические характеристики. Блок поиска-обнаружения, преобразования сигналов в блоке. Пути технической реализации.Блок формирования текущих оценок пседодальности и псевдоскорости в режиме слежения (блок слежения).Постановка задачи синтеза алгоритма формирования оценок. Эквивалентная схема следящего контура. Технические характеристики.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
6 Статистический синтез оптимальных дискриминаторов в следящих системах за фазой, частотой, временной задержкой. Когерентный и некогерентный режим работы.	Максимально правдоподобные (МП) оценки параметров сигнала и их свойства. Способы построения МП измерителей. Следящий режим.Квадратурный коррелятор. Временной дискриминатор. Статистический эквивалент и его характеристики. Когерентный и некогерентный режимы работы. Структурные схемы. Частотный дискриминатор. Статистический эквивалент и его характеристики. Структурные схемы.	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
7 Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.	Постановка задачи статистического синтеза линейного фильтра в контуре следящей системы. Математическая модель динамики изменения параметра. Оптимальный фильтр	6	ПСК-8.1

Согласована на портале № 13126

	Винера. Характеристики следящей системы. Расчет среднеквадратичной погрешности (СКП) оценки параметра. Постановка задачи синтеза алгоритма формирования оценки параметра в теории марковской нелинейной фильтрации.Алгоритм линейного фильтра Калмана. Нелинейные задачи. Алгоритм расширенного фильтра Калмана		
	Итого	6	
8 Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Метод наименьших квадратов в навигационной задаче координатно-частотно-временного обеспечения потребителя.Численный алгоритм Ньютона-Рафсона.Постановка задачи на основе методов марковской теории нелинейной фильтрации. Алгоритм расширенного фильтра Калмана.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
9 Задача поиска. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Задача поиска-обнаружения сигналов НКА. Структура корреляционного обнаружителя сигнала со случайной начальной фазой при неизвестных временной задержке и доплеровском сдвиге частоты. Варианты организации поиска при многоканальной корреляционной обработке. Количество каналов обработки. Основные соотношения. Характеристики процесса поиска.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

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
9 семестр				
2 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		

Согласована на портале № 13126

3 Формат радионавигационных сигналов (РНС) ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Современные типы сигналов (BOC). Структура навигационного сообщения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
4 Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
5 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. Двухэтапная обработка сигналов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
6 Статистический синтез оптимальных дискриминаторов в следящих системах за фазой, частотой, временной задержкой. Когерентный и некогерентный режим работы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
7 Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита курсовых проектов (работ), Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение курсового проекта (работы)	20		
	Итого	24		
8 Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита курсовых проектов (работ), Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		

Согласована на портале № 13126

	Выполнение курсового проекта (работы)	20		по лабораторной работе, Экзамен
	Итого	26		
9 Задача поиска. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		82		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		118		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. 1.Наземный сегмент ГНСС. Технические характеристики и требования к ним.
2. 2.Космический сегмент ГНСС. Технические характеристики и требования к ним.
3. 3.Сегмент аппаратуры потребителя. Технические характеристики и требования к ним.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. 1.Наземный сегмент ГНСС. Технические характеристики и требования к ним.
2. 2.Космический сегмент ГНСС. Технические характеристики и требования к ним.
3. 3.Сегмент аппаратуры потребителя. Технические характеристики и требования к ним.

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр		
Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.Задача нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	8	ПСК-8.1
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- 1. Функциональные задачи подсистем
- космического навигационного комплекса ГЛОНАСС.
- Тактико-технические требования к элементам комплекса.

Согласована на портале № 13126

- 2. Функциональные задачи подсистем
- космического навигационного комплекса ГЛОНАСС.
- Тактико-технические требования к элементам комплекса
- Алгоритм вычисления координат потребителя и смещения шкалы времени.
- 3. Функциональные задачи подсистем
- космического навигационного комплекса ГЛОНАСС.
- Тактико-технические требования к элементам комплекса.
- Алгоритм вычисления компонент вектора скорости потребителя и смещения
- частоты опорного генератора приемника.
-
- .

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				
Домашнее задание	3	3	2	8
Защита курсовых проектов (работ)			5	5
Конспект самоподготовки	6	9	4	19
Контрольная работа	4	4	4	12
Опрос на занятиях	5	6	5	16
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Итого максимум за период	18	27	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	45	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,	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 13126

	учитывает успешно сданный экзамен	
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. (Рекомендовано для самостоятельных, практических и лабораторных занятий) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 13.02.2017.
2. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123, дата обращения: 13.02.2017.
3. Вейцель В. А. Радиоприемники спутниковых систем определения координат. Учеб-ное 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. 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.)
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : Учебник для вузов / А. Б. Сергиен-ко. - СПб. : Питер, 2003. – 604. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)
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 радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. (Рекомендовано для практических самостоятельных и лабораторных работ). [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 13.02.2017.
2. 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: http://edu.tusur.ru/publications/2126, дата обращения: 13.02.2017.
3. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6546, дата обращения: 13.02.2017.
4. Моделирование систем: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2118, дата обращения: 13.02.2017.

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

Согласована на портале № 13126

восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР

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. 1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ; 2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. XXX. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. YYY. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; 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– 18 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. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 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

Согласована на портале № 13126

общего и специального назначения.

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

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

Успешное освоение курса требует привлечения знаний по существу по всем ранее изученным курсам. По этой причине в ходе изложения учебного материала лектору следует адаптироваться к конкретной ситуации и при изложении материала обращать внимание аудитории на значимые вопросы из ранее изученных курсов. Достижение студентами требуемого уровня знаний требует равномерной активной работы в течение семестра.

Особое внимание следует уделить знаниям в области спектрального и корреляционного анализа сигналов и основ статистической теории обнаружения и оценки параметров сигналов.

Лекционные занятия

Лекционные занятия рекомендуется проводить с применением демонстрационного материала, например, с демонстрацией презентаций. С учетом современных возможностей, желательно обеспечивать слушателей демонстрационным материалом на несколько лекции вперед. Материал этот носит иллюстративный характер и не должен подменять конспекта, который слушатель пишет самостоятельно.

Практические занятия

Практические занятия желательно проводить также с использованием имеющихся на кафедре технических средств для демонстрации материалов. Используя имеющиеся оригинальные программы, ряд задач можно выполнять дома. В этом случае в аудитории основное внимание концентрируется на методике использования пакетов программ.

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	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно дистанционными

Согласована на портале № 13126

опорно-двигательного аппарата	контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	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;
- 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 № 13126

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 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: **5**
Семестр: **9**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- Профессор кафедры каф. РТС Тисленко В. И.

Экзамен: 9 семестр
Курсовая работа (проект): 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13126

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 основы теории функционирования ГНСС и ее элементов, виды радионавигационных сигналов (РНС), принципы построения системы поиска РНС, устройств формирования оценок радионавигационных параметров сигналов в режиме слежения; факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; технические пути оптимизации характеристик навигационного комплекса.; Должен уметь 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.; Должен владеть инженерной терминологией и способами описания преобразований сигналов в функциональных блоках ГНСС; методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы. . ;

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

Согласована на портале № 13126

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

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 принципы построения и содержание функциональных задач РЭС в составе космических радионавигационных комплексов	анализировать тактико-технические требования, предъявляемые к РЭС в составе космических радионавигационных комплексов	применяет знание общих принципов построения и функционирования РЭС при определении состава космических радионавигационных комплексов
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 13126

	работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Курсовая работа (проект);

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 .;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы самостоятельно обнаруживает допущенные в анализе ошибки;
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.;	• Выполняет содержательный анализ задач, 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, имеет проблемы при самостоятельном описании содержания задач ;

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

– Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС

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

– Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели.

– Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. 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 нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.

– Задача поиска. Структура блока поиска. Технические требования и способы реализации. Характеристики блока поиска-обнаружения. Обзор направлений совершенствования ГНСС на

Согласована на портале № 13126

современном этапе развития теории и техники космической навигации.

3.2 Темы домашних заданий

– Задача статистического синтеза следящей системы при двухэтапной процедуре обработки. Блок-схема системы слежения за временной задержкой дальномерного кода. сигнала: алгоритм работы, структура. Факторы определяющие СКО оценки псевдодальности. Соотношение для расчетаСКО оценки псевдозадержки.

– Структура блока поиска-обнаружения. Когерентный и некогерентный режим работы.

3.3 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

– Системная шкала времени. Шкала времени потребителя. Синхронизация шкал времени, нестабильность частоты и времени генераторов. Математические модели

– Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. 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 нелинейной фильтрации координат потребителя. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя

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

3.4 Темы докладов

– Принцип построения и функционирования ГНСС. Структурный состав элементов системы и их основные параметры.

– Источники погрешностей определения местоположения в ГНСС. Бюджет погрешностей. Технические пути повышения точности решения навигационной задачи . Тенденции развития современных ГНСС (ГЛОНАСС, GPS, Gallileo)/

– Блок поиска-обнаружения в составе приемника потребителя. Функциональные задачи блока, технические параметры, алгоритмы обработки , когерентное и некогерентное накопление.Характеристики обнаружения.

– Блок формирования текущих оценок псевдодальности и псевдоскорости в режиме слежения. Двухэтапные алгоритмы. Постановка задач синтеза оптимального дискриминатора и петлевого фильтра. Источники погрешностей, СКО оценки задержки дальномерной кодовой ПСП..

– 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.

– Навигационный вычислитель в составе приемника потребителя. Постановка задачи синтеза алгоритма формирования оценок навигационного вектора потребителя. Источники погрешностей оценок.

– Постановка задачи синтеза измерителя текущих оценок информативного сообщения в марковской теории фильтрации. Линейные модели с гауссовскими возмущениями. Структура фильтра Калмана (дискретный вариант фильтра). Свойства оценок.

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. 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

Согласована на портале № 13126

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 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.

3.6 Темы контрольных работ

– Состав и функциональные задачи наземного и космического сегментов ГНСС. Функциональные задачи аппаратуры потребителя в ГНСС. Основные технические показатели подсистем и требования к ним.

– Функциональная схема навигационного приемника потребителя, описание функций элементов схемы. Технические характеристики приемника и требования к ним.

– Структура навигационного сигнала в ГНСС ГЛОНАС/GPS. Функция неопределенности непрерывного периодического сигнала с бинарной ARV/

– Структура следящего контура формирования оценки текущей псевдодальности с использованием дальномерной ПСП СКО оценки псевдозадержки в режиме слежения.

– Постановка задачи оценки неизвестного постоянного параметра при использовании метода максимального правдоподобия. Оценка неизвестной фазы регулярного сигнала на фоне белого гауссовского шума. Порядок решения задачи, структура устройства обработки.

3.7 Темы лабораторных работ

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

– Изучение структуры следящих систем в приемнике ГНСС (ГЛОНАСС/GPS). Изучение принципов работы и процессов в частотном, временном и фазовом дискриминаторах следящих систем приемника потребителя.

– Изучение алгоритма обработки данных в навигационном вычислителе. Алгоритм МНК.

Согласована на портале № 13126

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

3.8 Темы курсовых проектов (работ)

– 2. Расчет энергетики радиолинии в ГНСС ГЛОНАСС. Вычисление требуемой мощности бортового генератора. Навигационный вычислитель : алгоритм МНК в задаче оценки координат потребителя.Расчет текущих координат потребителя и поправки к шкале времени по заданным измерениям псевдодальностей.

– 1. Расчет энергетики радиолинии в ГНСС ГЛОНАСС. Вычисление отношения С/Ш на входе навигационного приемника. Навигационный вычислитель : алгоритм МНК в задаче оценки вектора скорости потребителя.Расчет текущих оценок и поправки к смещению частоты опорного генератора по заданным измерениям псевдодальностей и псевдоскоростей.

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. (Рекомендовано для самостоятельных, практических и лабораторных занятий) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1728, свободный.
2. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123, свободный.
3. Вейцель В. А. Радиоприемники спутниковых систем определения координат. Учеб-ное 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. 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.)
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : Учебник для вузов / А. Б. Сергиен-ко. - СПб. : Питер, 2003. – 604. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)
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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. (Рекомендовано для практических самостоятельных и лабораторных работ). [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1728, свободный.
2. 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: http://edu.tusur.ru/publications/2126, свободный.
3. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6546, свободный.
4. Моделирование систем: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2118, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Библиотека ТУСУР

Согласована на портале № 13126

2. Научно-образовательный портал ТУСУР