МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **5**
Семестр: **9, 10**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	16	34	часов
2	Практические занятия	18	16	34	часов
3	Лабораторные работы	8	8	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	40	84	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	14	30	часов
6	Самостоятельная работа	10	14	24	часов
7	Всего (без экзамена)	54	54	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
9	Общая трудоемкость	54	90	144	часов
		1.5	2.5	4.0	З.Е.

Зачет: 9 семестр
Экзамен: 10 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 28854

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 12.09.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. РТС _____ Ф. Н. Захаров

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ Н. Н. Кривин

Согласована на портале № 28854

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения» является

- усвоение радиотехнических методов измерения координат подвижных объектов, принципов построения спутниковых радионавигационных систем (РНС) и комплексов;

- овладение общей теорией радионавигации, методами определения местоположения объектов, способами аппаратно-программной реализации аппаратуры потребителей СРНС, в том числе на основе методов аналоговой и цифровой обработки сигналов и на современной элементной базе, и умением применить полученные знания к решению прикладных задач в различных областях.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей дисциплины является формирование у студентов системного подхода к вопросу проектирования спутниковых систем связи, навигации и наблюдения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения» (Б1.Б.38) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения, Прием и обработка сигналов, Радиолокационные системы, Системы связи и телекоммуникаций, Формирование и передача сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;

– ПК-27 готовностью к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы построения и функционирования ССНС; требования, предъявляемые к функциональным элементам ССНС и характеристикам сигналов, используемых в ССНС; основные методы анализа характеристик ССНС и их подсистем.

– **уметь** осуществлять обоснованный выбор структурных схем аппаратуры, проводящей навигационные определения по сигналам ССНС; анализировать реализуемость требований, предъявляемых потребителем к навигационной аппаратуре ССНС при решении различных практических задач; оценивать погрешности навигационных измерений по сигналам ССНС.

– **владеть** навыками проектирования современных ССНС и их подсистем; навыками проектирования аппаратуры потребителей ССНС; методами моделирования ССНС.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	84	44	40
Лекции	34	18	16
Практические занятия	34	18	16
Лабораторные работы	16	8	8
Из них в интерактивной форме	30	16	14
Самостоятельная работа (всего)	24	10	14

Согласована на портале № 28854

Оформление отчетов по лабораторным работам	4	2	2
Проработка лекционного материала	10	4	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	4	6
Всего (без экзамена)	108	54	54
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость, ч	144	54	90
Зачетные Единицы	4.0	1.5	2.5

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Общие сведения о космонавтике и космической радиоэлектронике	2	2	0	2	6	ОК-7, ПК-27
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	2	4	0	3	9	ОК-7, ПК-27
3 Принципы построения космических РТС	4	4	0	2	10	ОК-7, ПК-27
4 Спутниковые радионавигационные системы	10	8	8	3	29	ОК-7, ПК-27
Итого за семестр	18	18	8	10	54	
10 семестр						
5 Принципы построения спутниковых систем связи	4	4	8	3	19	ОК-7, ПК-27
6 Службы спутниковой связи	2	2	0	2	6	ОК-7, ПК-27
7 Виды спутниковых ретрансляторов	2	2	0	2	6	ОК-7, ПК-27
8 Особенности мобильных спутниковых систем	2	2	0	2	6	ОК-7, ПК-27
9 Космические системы наблюдения и мониторинга Земли	2	2	0	1	5	ОК-7, ПК-27
10 Принципы построения оптико-электронных систем высокого разрешения для наблюдения Земли из космоса	2	2	0	2	6	ОК-7, ПК-27
11 Синтез космической системы непрерывного обзора	2	2	0	2	6	ОК-7, ПК-27
Итого за семестр	16	16	8	14	54	

Согласована на портале № 28854

Итого	34	34	16	24	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Общие сведения о космонавтике и космической радиоэлектронике	Краткие сведения о космонавтике, характеристики некоторых типов КА.	2	ОК-7
	Итого	2	
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Виды и назначение КА и их классификация. Системы координат, используемые в космических системах. Орбиты ИСЗ. Прогнозирование орбит и траекторий.	2	ОК-7
	Итого	2	
3 Принципы построения космических РТС	Общие сведения о космических РТС. Особенности радиосистем КА. Радиосистемы управления полётом ИСЗ.	4	ОК-7
	Итого	4	
4 Спутниковые радионавигационные системы	Принцип построения спутниковых радионавигационных систем. Радиотехнические методы измерения дальности и угловых координат. Системы первого поколения. Система второго поколения ГЛОНАСС. Система второго поколения NAVSTAR. Аппаратура потребителя. Погрешности определения координат.	10	ОК-7
	Итого	10	
Итого за семестр		18	
10 семестр			
5 Принципы построения спутниковых систем связи	Состав и назначение систем спутниковой связи. Структура систем спутниковой связи и её составных частей. Основные параметры ССС. Состав земных и космических станций.	4	ОК-7
	Итого	4	
6 Службы спутниковой связи	Фиксированная служба связи. Подвижная спутниковая связь. Радиовещательная спутниковая связь. Персональная широкополосная спутниковая связь.	2	ОК-7
	Итого	2	
7 Виды спутниковых ретрансляторов	Схемы ретрансляторов. Межлучевая коммутация. Зоны обслуживания.	2	ОК-7
	Итого	2	
8 Особенности	Спутниковые СС Inmarsat. Спутниковые СС	2	ОК-7

Согласована на портале № 28854

мобильных спутниковых систем	Thraya. Спутниковые СС Iridium. Спутниковые СС GlobalStsr.		
	Итого	2	
9 Космические системы наблюдения и мониторинга Земли	Классификация космических систем наблюдения, их назначение и решаемые задачи. Принципы организации сканирования и основные характеристики системы наблюдения из космоса. Способы сканирования поверхности Земли.	2	ОК-7
	Итого	2	
10 Принципы построения оптико-электронных систем высокого разрешения для наблюдения Земли из космоса	Состав аппаратуры и взаимодействие отдельных частей систем наблюдения Земли. Основные принципы организации систем наблюдения. Определение проектных параметров и оценка основных характеристик систем космического наблюдения.	2	ОК-7
	Итого	2	
11 Синтез космической системы непрерывного обзора	Требования к качеству и эффективности системы. Особенности задач синтеза.	2	ОК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		34	

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
Предшествующие дисциплины											
1 Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Прием и обработка сигналов			+			+	+			+	
3 Радиолокационные системы				+	+					+	
4 Системы связи и телекоммуникаций					+	+					
5 Формирование и передача сигналов			+			+	+			+	
Последующие дисциплины											
1 Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 28854

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест
ПК-27		+	+		Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лабораторные занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
9 семестр				
Мозговой штурм	8			8
Работа в команде		4		4
Мини-лекция			4	4
Итого за семестр:	8	4	4	16
10 семестр				
Мозговой штурм	6			6
Работа в команде		4		4
Мини-лекция			4	4
Итого за семестр:	6	4	4	14
Итого	14	8	8	30

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			
4 Спутниковые радионавигационные	Код спутников ГЛОНАСС. Оптимальное обнаружение сигналов на фоне шума.	8	ОК-7, ПК-27

Согласована на портале № 28854

системы	Итого	8	
Итого за семестр		8	
10 семестр			
5 Принципы построения спутниковых систем связи	Энергетический расчёт спутниковой радиолинии	8	ОК-7, ПК-27
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Общие сведения о космонавтике и космической радиоэлектронике	Задачи навигации. Методы навигации.	2	ОК-7, ПК-27
	Итого	2	
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Системы координат. Навигационные величины и поверхности положения.	4	ОК-7, ПК-27
	Итого	4	
3 Принципы построения космических РТС	Измерение навигационных величин радиоэлектронными средствами и погрешности измерения.	4	ОК-7, ПК-27
	Итого	4	
4 Спутниковые радионавигационные системы	Радионавигационные устройства и системы. Расчёт энергетических характеристик навигационных радиолиний.	8	ОК-7, ПК-27
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
10 семестр			
5 Принципы построения спутниковых систем связи	Параметры земных станций. Параметры КА связи.	4	ОК-7, ПК-27
	Итого	4	
6 Службы спутниковой связи	Распределение полос частот между службами. Выбор рабочих частот.	2	ОК-7, ПК-27
	Итого	2	
7 Виды спутниковых ретрансляторов	Нелинейное усиление ретрансляторов. Зоны обслуживания.	2	ОК-7, ПК-27
	Итого	2	
8 Особенности	Характеристики систем мобильной спутниковой	2	ОК-7, ПК-

Согласована на портале № 28854

мобильных спутниковых систем	связи.		27
	Итого	2	
9 Космические системы наблюдения и мониторинга Земли	Показатели качества, эффективности, стоимости и критерий предпочтения спутниковых систем наблюдения.	2	ОК-7, ПК-27
	Итого	2	
10 Принципы построения оптико-электронных систем высокого разрешения для наблюдения Земли из космоса	Определение проектных параметров и оценка основных характеристик систем космического наблюдения.	2	ОК-7, ПК-27
	Итого	2	
11 Синтез космической системы непрерывного обзора	Анализ и синтез функциональных схем устройств и систем наблюдения.	2	ОК-7, ПК-27
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		34	

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				
1 Общие сведения о космонавтике и космической радиоэлектронике	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
2 Общие сведения о космических аппаратах. Некоторые вопросы космической баллистики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
3 Принципы построения космических РТС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного	1		

Согласована на портале № 28854

	материала			
	Итого	2		
4 Спутниковые радионавигационные системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		10		
10 семестр				
5 Принципы построения спутниковых систем связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
6 Службы спутниковой связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
7 Виды спутниковых ретрансляторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
8 Особенности мобильных спутниковых систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
9 Космические системы наблюдения и мониторинга Земли	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	0	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	1		

Согласована на портале № 28854

10 Принципы построения оптико-электронных систем высокого разрешения для наблюдения Земли из космоса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
11 Синтез космической системы непрерывного обзора	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОК-7	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	2		
Итого за семестр		14		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		60		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
9 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Зачет			35	35
Контрольная работа		15	15	30
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Итого максимум за период	5	30	65	100
Нарастающим итогом	5	35	100	100
10 семестр				
Домашнее задание	6	6	8	20
Контрольная работа		15	15	30
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Итого максимум за период	6	31	33	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	6	37	70	100

Согласована на портале № 28854

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 07.06.2018.

2. Бакулев П. А. Радионавигационные системы [Текст] : учебник для вузов / П. А. Бакулев, А. А. Сосновский. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Радиотехника, 2011. - 272 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Чуров Е. П. Спутниковые системы радионавигации. - М. : Советское радио, 1977. - 389[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Васильев В.И. Системы связи : Учебное пособие для вузов / В.И. Васильев, А.П. Буркин, В.А. Свириденко. - М. : Высшая школа, 1987. - 279 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2852, дата обращения: 07.06.2018.

2. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1196, дата обращения: 07.06.2018.

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

Согласована на портале № 28854

ный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1845, дата обращения: 07.06.2018.

4. Радионавигационные системы. Практикум: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий / Савин А. А., Мещеряков А. А., Дудко Б. П. - 2012. 109 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1189, дата обращения: 07.06.2018.

5. Конин В.В., Конина Л.А. Спутниковые системы навигации. Лабораторный практикум на компьютере – 2008. 286 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.ans.nau.edu.ua/main/about/literature/konin/58.pdf, дата обращения: 07.06.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория радиотехнических систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 422 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- МФУ лазерное HP Laser Jet Pro M1132;
- Телевизор плазменный Samsung 51;
- Компьютеры (3 шт.);
- Компьютер Asus PSH61-MLX (2 шт.);
- Компьютер Celeron;
- Макеты лабораторные (11 шт.);
- Установка «Гроза»;
- Аппарат слепой посадки МП;
- Изделие АРП-601;

Согласована на портале № 28854

- Имитатор курса НИКГ-1;
- Радиовысотомер РВ-5 (2 шт.);
- Радиодальномер СД-67;
- Радиокомпас АРК-15М;
- Стенд АРК-11;
- Стенд МП;
- Радиолокатор самолетный;
- Приборы измерительные (52 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория группового проектного обучения / Лаборатория радиоэлектронных средств защиты телекоммуникационных систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 406 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Сканер Canon CanoScan LidelOO USB;
- Генератор Г4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор ГЗ-109;
- Генератор Г4-144;
- Генератор Г5-63 (№24029);
- Генератор Г5-63 (№26448);
- Рабочие станции на базе процессора Pentium-4 (12 шт.);
- Линейный источник питания HY3003;
- Линейный источник питания HY3003;
- Паяльная станция Quick 936 ESD;
- Цифровой анализатор спектра GSP-810;
- Цифровой генератор сигналов ГСС-80;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Измеритель ИККПО «Обзор-304/1»;
- Многофункциональный измерительно-вычислительный комплекс National Instruments;
- Анализатор спектра N9000F-CFG005;
- Отладочный модуль Instant SDR Kit;
- Осциллограф MSOX3054A;
- Принтер лазерный HP LaserJet P2035;
- Рабочие станции на базе процессора Pentium - i5 (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader
- PTC Mathcad13, 14

Согласована на портале № 28854

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1) Какая высота орбиты спутников ГЛОНАСС и GPS?

1. 36000 км
2. 20000 км
3. 2000 км
4. 200 км

2) Сколько минимально необходимо навигационных спутников для обеспечения глобальности и непрерывности решения навигационной задачи?

1. 3
2. 4

Согласована на портале № 28854

3. 8
4. 18
5. 36

3) Какое минимальное количество НКА должен видеть навигационный приёмник для решения навигационной задачи?

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5

4) Какой тип разнесения сигналов используется в системе ГЛОНАСС?

1. частотное
2. временное
3. кодовое

5) Какой тип разнесения сигналов используется в системе GPS?

1. частотное
2. временное
3. кодовое

6) Какая система координат используется в системе ГЛОНАСС?

1. WGS84
2. СК-42
3. ПЗ-90

7) Как назывался первый спутник связи в СССР?

1. Молния-М
2. Радуга
3. Молния-1
4. Горизонт

8) Какие спутники связи были разработаны для замены спутников Горизонт?

1. Ямал
2. Экспресс
3. Луч
4. Гонец

9) На какой орбите находятся спутники связи Гонец?

1. Низкая круговая
2. Геостационарная
3. Высокоэллиптическая
4. Средневысотная круговая

10) Какой тип поляризации используется преимущественно на частотах ниже 10 ГГц?

1. Горизонтальная
2. Вертикальная
3. Линейная
4. Круговая

11) Для чего преимущественно используются методы сжатия информации без потерь?

1. Для передачи видео данных
2. Для передачи голосовых сообщений
3. Для передачи текстовых сообщений
4. Для всего перечисленного

12) Для чего предназначено помехоустойчивое кодирования сигналов?

1. Для обнаружения и исправления ошибок при передачи данных
2. Для борьбы с внешними помехами
3. Для борьбы с внутренними помехами
4. Для обеспечения скрытности передачи

13) Для чего используется перемежение?

1. Для устранения пакетных ошибок

Согласована на портале № 28854

2. Для обеспечения гарантированной доставки данных
3. Для обеспечения скрытности передачи
4. Для уменьшения влияния соседних каналов передачи данных
14) Что показывает избыточность помехоустойчивого кода?
1. Количество символов в коде не несущих функциональной нагрузки
2. Количество проверочных символов
3. Количество информационных символов, которые можно удалить без потери информации
4. Количество информации, превышающее пропускную способность канала передачи данных
15) Что такое эффект Фарадея?
1. Ослабление мощности радиосигнала вследствие поглощения в газах
2. Дополнительная задержка радиосигнала в атмосфере Земли
3. Вращение плоскости поляризации радиосигнала в ионосфере
4. Изменение угла прихода сигнала за счёт рефракции
16) К какому типу спутниковых систем связи относится система Интелсат?
1. Ведомственная
2. Зоновая
3. Региональная
4. Глобальная
17) Какой период обращения геостационарного спутника?
1. 1 час
2. 4 часа
3. 12 часов
4. 24 часа
18) К какому типу орбит относится орбита «Молния»?
1. Низкая круговая
2. Геостационарная
3. Высокоэллиптическая
4. Средневысотная круговая
19) Отечественная система подвижной связи на низкой круговой орбите.
1. Гонец
2. Радуга
3. Орбита
4. Ямал
20) Зарубежная система подвижной связи на низкой круговой орбите.
1. Intelsat
2. Iridium
3. SES SA
4. Inmarsat

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Этапы развития навигационных систем. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС) первого поколения.
2. Этапы развития навигационных систем. СРНС второго поколения.
3. Общие сведения о системе ГЛОНАСС. Назначение и состав системы.
4. Орбитальная группировка системы ГЛОНАСС.
5. Навигационный космический аппарат ГЛОНАСС.
6. Структура навигационных радиосигналов ГЛОНАСС.
7. Навигационное сообщение ГЛОНАСС.
8. Наземный комплекс управления системой ГЛОНАСС.
9. Принцип определения координат потребителя.
10. Факторы, влияющие на точность определения координат.
11. История создания системы Navstar-GPS.
12. Назначение, общая характеристика и состав системы Navstar-GPS.
13. Орбитальная группировка Navstar-GPS.

Согласована на портале № 28854

14. Навигационный космический аппарат Navstar-GPS.
15. Структура навигационных радиосигналов Navstar-GPS.
16. Навигационное сообщение Navstar-GPS.
17. Сегмент управления системой Navstar-GPS.
18. Контроль целостности сигналов системы Navstar-GPS.
19. Общее описание системы Галилео.
20. Этапы развития СРНС Галилео.
21. Услуги системы Галилео, предоставляемые потребителям.
22. СРНС Бэйдоу. Общее описание системы. История развития.
23. СРНС IRNSS. Общее описание системы. История развития.

14.1.3. Темы контрольных работ

Типовой вариант контрольной работы 1

1. Нарисовать обобщённую структурную схему спутниковой системы связи. Дать краткие комментарии к каждому блоку с указанием его основных функций.

2. Что понимается под термином «ствол ретранслятора»?

3. В каком случае зона покрытия будет больше:

а) космический аппарат размещён на низкой круговой орбите с высотой 500 км;

б) такой же космический аппарат размещён на геостационарной орбите?

Поясните свой ответ.

4. Для обеспечения вероятности битовой ошибки BER = 10-6 приемнику BPSK требуется отношение E/N = 6дБ, мощность теплового шума равна -93 дБм. Расстояние между передатчиком, расположенным на Земле, и приемником, установленным на борту КА, составляет 1000 км. Коэффициенты усиления передающей антенны составляет 40 дБ, а приемной 10 дБ. Необходимо определить минимальную мощность передатчика для обеспечения требуемого BER.

Типовой вариант контрольной работы 2

1. М-последовательность имеет образующий полином: P(x) = x7 + x3 + 1. 1) Приведите итерационный алгоритм формирования М-последовательности; 2) Приведите одну из возможных схем генерирования М-последовательности; 3) Определите количество элементов последовательности; 4) Приведите вид периодической автокорреляционной функции данной последовательности.

2. Рассчитать пропускную способность канала связи на основе OFDM сигнала если известно. Полоса сигнала 10 МГц. Всего поднесущих 256, активных 200, 8 пилотных. Модуляция на поднесущих QAM-16. Длина циклического префикса 1/32. Скорость кодирования 3/4.

Типовой вариант контрольной работы 3

1. Как разделить два когерентных сигнала в одной точке приема?

2. Каким образом происходит устранение неоднозначности при фазовых измерениях в ГНСС?

3. Составить функциональную схему аппаратуры потребителя системы спутниковой навигации ГЛОНАСС. Исходные данные.

- Количество приемных каналов – четыре.
- Использовать открытый код дальномерного сигнала.

Типовой вариант контрольной работы 4

1. Показать, что поправка на высоту цели, определяемая кривизной Земли, равна

dH = D^2/2a, где a - эквивалентный радиус Земли с учетом рефракции радиоволн.

2. Определить задержку навигационного сигнала системы ГЛОНАСС в стандартной тропосфере при угле возвышения НКА 60°. Аппаратура потребителя располагается на высоте 1 км над уровнем моря. Высота орбиты НКА 19 100 км.

14.1.4. Темы домашних заданий

«Задачи навигации. Методы навигации», «Системы координат», «Навигационные величины и поверхности положения», «Измерение навигационных величин радиоэлектронными средствами и погрешности измерения», «Радионавигационные устройства и системы», «Расчёт энергетиче-

Согласована на портале № 28854

ских характеристик навигационных радиолиний», «Параметры земных станций», «Параметры КА связи», «Распределение полос частот между службами. Выбор рабочих частот», «Нелинейное усиление ретрансляторов», «Зоны обслуживания», «Характеристики систем мобильной спутниковой связи», «Показатели качества, эффективности, стоимости и критерий предпочтения спутниковых систем наблюдения», «Определение проектных параметров и оценка основных характеристик систем космического наблюдения», «Анализ и синтез функциональных схем устройств и систем наблюдения».

14.1.5. Зачёт

1. Виды орбит искусственных спутников земли.
2. В чём состоит особенность ГСО?
3. Назовите основные компоненты спутниковой линии связи.
4. Назовите основные типы многостанционного доступа.
5. Какие схемы ретрансляторов наиболее распространены в спутниковой связи?
6. Что такое зона обслуживания спутниковой системы связи? Какие бывают виды зоны обслуживания?
7. Каковы особенности многостанционного доступа с временным разделением (временное разделение каналов)?
8. Каковы особенности многостанционного доступа с временным разделением (временное разделение каналов)?
9. Каковы особенности многостанционного доступа с частотным разделением (частотное разделение каналов)?
10. Каковы особенности многостанционного доступа с кодовым разделением (кодовое разделение каналов)?
11. От каких факторов зависят дополнительные потери на трассе распространения?
12. Каким образом можно повысить мощность принимаемого сигнала?
13. Какие виды поляризации используются в спутниковых системах связи и почему?
14. Для чего применяются различные виды поляризации сигнала?
15. С какой целью применяются на борту КА многолучевые антенны?
16. Методы предоставления каналов в сетях спутниковой связи.
17. Перечислите разновидности случайного доступа.
18. Что такое метод сдвоенной несущей? Для чего он применяется?
19. Что такое помехоустойчивые коды и для чего они применяются?
20. Опишите основные помехоустойчивые коды?
21. Что такое перемежение? Для чего оно применяется?

14.1.6. Темы лабораторных работ

Код спутников ГЛОНАСС. Оптимальное обнаружение сигналов на фоне шума.

Энергетический расчёт спутниковой радиолинии

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно дистанционными

Согласована на портале № 28854

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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 28854