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

Космические системы связи и глобального позиционирования GPS

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

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

Экзамен: 8, 9 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 37975

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор кафедры РТС ТУСУР	_____	В. И. Тисленко
профессор кафедры РТС ТУСУР	_____	Ю. П. Акулиничев
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов
Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 37975

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит:

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

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

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

1.2. Задачи дисциплины

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

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

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Космические системы связи и глобального позиционирования GPS» (Б1.Б.31.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Иностранный язык, Космическая баллистика, Космические системы, Радиоавтоматика, Радиотехнические цепи и сигналы, Статистическая радиотехника, Статистическая теория радиотехнических систем, Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Теория радиосистем передачи информации, Устройства СВЧ и антенны, Космические системы связи и глобального позиционирования GPS.

Последующими дисциплинами являются: Антенные решетки космических комплексов, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Конструкции космических аппаратов, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем и комплексов управления.

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 обучающийся должен:

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

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

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

Согласована на портале № 37975

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	128	64	64
Лекции	32	16	16
Практические занятия	64	32	32
Лабораторные работы	32	16	16
Самостоятельная работа (всего)	88	44	44
Оформление отчетов по лабораторным работам	22	16	6
Проработка лекционного материала	24	9	15
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	42	19	23
Всего (без экзамена)	216	108	108
Подготовка и сдача экзамена	72	36	36
Общая трудоемкость, ч	288	144	144
Зачетные Единицы	8.0	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	рак. зан	б. раб.,	м. раб.,	в (без	ту ем ые ко м
8 семестр						
8 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы	2	0	0	2	4	ПСК-8.1
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	2	12	4	11	29	ПСК-8.1
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	2	6	0	5	13	ПСК-8.1
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	2	0	4	5	11	ПСК-8.1
12 Блок оценки радионавигационных	3	6	4	8	21	ПСК-8.1

Согласована на портале № 37975

параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.						
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	3	8	4	11	26	ПСК-8.1
14 Заключение. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	2	0	0	2	4	ПСК-8.1
Итого за семестр	16	32	16	44	108	
9 семестр						
1 Введение	4	0	0	2	6	ПСК-8.1
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	1	6	0	6	13	ПСК-8.1
3 Бортовое и наземное оборудование	2	6	8	8	24	ПСК-8.1
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	2	8	8	10	28	ПСК-8.1
5 Современные ССС	2	4	0	8	14	ПСК-8.1
6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	3	8	0	9	20	ПСК-8.1
7 Заключение	2	0	0	1	3	ПСК-8.1
Итого за семестр	16	32	16	44	108	
Итого	32	64	32	88	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	ОЕ МК ОС	ЫЕ КО М
8 семестр			
8 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы	Космические навигационные системы – альтернатива наземным системам дальней навигации. Координатно-временное обеспечение потребителей. Факторы, ограничивающие достижимую точность навигации и точность поддержания шкалы времени потребителя. Научно-технические проблемы создания высокоточных глобальных навигационных спутниковых систем. Системы «Транзит» «Цикада», «Navstar», «ГЛОНАСС».	2	ПСК-8.1
	Итого	2	

Согласована на портале № 37975

9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Подсистема навигационных космических аппаратов. Подсистема контроля параметров орбит КА, управления положением КА и поддержания системной шкалы времени. Навигационная аппаратура потребителей. Функциональные задачи. Технические требования и проблемы их достижения. ГЛОНАСС и GPS	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	Структура приемника потребителя. Назначение и функции элементов функциональной схемы. Технические характеристики блоков и их структура. Когерентный и некогерентный прием.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	Параллельный и последовательный поиск по частоте и временной задержке. Структуры с корреляционной и спектральной обработкой. Технические характеристики блока поиска-обнаружения.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Структура контуров слежения и формирование оценок псевдодальности псевдоскорости и псевдофазызы. Вероятностные характеристики точности оценок.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Математическая модель наблюдений псевдодальности и псевдо-скорости. Алгоритм метода наименьших квадратов. Структура и алгоритм расширенного фильтра Калмана.	3	ПСК-8.1
	Итого	3	
14 Заключение. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Новые сигналы с модуляцией типа BOC. Повышение точности эфемеридного обеспечения НКА. Дифференциальный режим работы ГНСС.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 37975

9 семестр			
1 Введение	Определения. Энергетические характеристики станции (ЗС или КС). Эксперименты по использованию пассивных ретрансляторов в ССС. Вехи в развитии активных ССС.	2	ПСК-8.1
	Определения. Энергетические характеристики станции (ЗС или КС). Эксперименты по использованию пассивных ретрансляторов в ССС. Вехи в развитии активных ССС.	2	
	Итого	4	
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Виды орбит ИСЗ. Параметры эллиптических орбит. Особенности спутниковых радиолиний, обусловленные типом орбиты. Коррекция орбиты ИСЗ. Диапазоны частот, используемые для спутниковой связи и вещания в Европе. Энергетика спутниковых радиолиний. Особенности распространения радиоволн в тропосфере и ионосфере.	1	ПСК-8.1
	Итого	1	
3 Бортовое и наземное оборудование	Типы антенн ССС и их основные характеристики. Системы VSAT. Фидеры. Опорно-поворотное устройство антенны ЗС. Бортовая аппаратура ИСЗ. Типы ретрансляторов. Вспомогательные системы ИСЗ. Наземные технические средства.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции.Многостанционный доступ с частотным и временным методами разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем с ЧРК и ВРК, особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
5 Современные ССС	Глобальные ССС (Intelsat, Eutelsat, PanAmSat, AsiaSat и др.). Спутниковая связь в России (ИСЗ производства ОАО ИСС, ИСЗ серии Ямал и др.).	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы оборудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой	3	ПСК-8.1

Согласована на портале № 37975

	последовательности и скачкообразной перестройки частоты.Методы МД в сотовых системах стандартов GSM и CDMA, а также в спутниковых системах Intelsat, Iridium, Globalstar.		
	Итого	3	
7 Заключение	Космодромы и ракеты-носители. Перспективы развития спутниковых систем связи.	2	ПСК-8.1
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		32	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Предшествующие дисциплины														
1 Иностранный язык		+			+	+		+						+
2 Космическая баллистика							+	+						
3 Космические системы	+						+	+						+
4 Радиоавтоматика												+	+	
5 Радиотехнические цепи и сигналы									+	+	+	+		
6 Статистическая радиотехника											+	+	+	
7 Статистическая теория радиотехнических систем										+	+	+	+	
8 Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике										+	+	+	+	
9 Теория радиосистем передачи информации				+	+	+			+					
10 Устройства СВЧ и антенны			+											
11 Космические системы связи и	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 37975

глобального позиционирования GPS														
Последующие дисциплины														
1 Антенные решетки космических комплексов			+											
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты				+	+			+	+					
3 Конструкции космических аппаратов			+											
4 Основы теории радионавигационных систем и комплексов								+	+	+				
5 Основы теории радиосистем и комплексов управления								+		+		+		

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.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПСК-8.1	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, Тест

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	ое мкос	мые ко

Согласована на портале № 37975

8 семестр			
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Изучение структуры и формата радионавигационных сигналов в ГНСС (ГЛОНАСС/GPS).Частотно-временная АКФ навигационного сигнала. Функция неопределенности.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	Исследование алгоритма и процессов преобразования сигналов в блоке поиска-обнаружения.Характеристики обнаружения.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Изучение структуры блока слежения в приемнике ГНСС (ГЛОНАСС/GPS) и процессов формирования оценок радионавигационных параметров в режиме слежения.	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Изучение алгоритмов решения навигационной задачи, процессов формирования оценок навигационного вектора потребителя и ухода его шкалы времени от системной	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
9 семестр			
3 Бортовое и наземное оборудование	Исследование помехоустойчивости приемника М-позиционных цифровых сигналов.Исследование преобразователей непрерывных величин в двоичный код	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Исследование межканальных помех при многостанционном доступе с кодовым разделением каналов. Исследование системы связи с временным разделением каналов с время-импульсной модуляцией. Исследование помехоустойчивости кода с проверкой на четность	8	ПСК-8.1

Согласована на портале № 37975

	и циклического кода		
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		32	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

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

Согласована на портале № 37975

потребителя.	основе методов марковской теории нелинейной фильтрации. Алгоритм расширенного фильтра Калмана.		
	Итого	8	
Итого за семестр		32	
9 семестр			
2 Орбиты ИСЗ и диапазоны частот спутниковых систем связи (ССС)	Орбиты ИСЗ и диапазоны частот ССС	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
3 Бортовое и наземное оборудование	Бортовое и наземное оборудование	6	ПСК-8.1
	Итого	6	
4 Методы модуляции и многостанционного доступа	Методы модуляции и многостанционного доступа	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
5 Современные ССС	Современные ССС	4	ПСК-8.1
	Итого	4	
6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	Спутниковые системы связи с подвижными объектами и системы НТВ	8	ПСК-8.1
	Итого	8	
Итого за семестр		32	
Итого		64	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость,	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
8 Глобальные радионавигационные системы. Настоящее и прошлое. Проблемы	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Итого	2		
9 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС. Структура радиосигнала ГНСС. Источники погрешностей оценки координат потребителя. Бюджет ошибок.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 37975

	лабораторным работам			
	Итого	11		
10 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков и их технические характеристики. Основные соотношения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-8.1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
11 Функции и структура блока поиска навигационных сигналов. Алгоритмы поиска - обнаружения. Технические требования и способы реализации блока поиска.	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.1	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
12 Блок оценки радионавигационных параметров сигнала в режиме слежения. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости. Динамические характеристики следящих систем.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПСК-8.1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
13 Блок решения навигационной задачи. Алгоритмы решения навигационной задачи. Координатно-временное обеспечение потребителя.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПСК-8.1	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	11		
14 Заключение. Обзор направлений совершенствования ГНСС на современном этапе развития теории и техники космической навигации.	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.1	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
Итого за семестр		44		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
9 семестр				

Согласована на портале № 37975

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

Согласована на портале № 37975

10. Курсовой проект / курсовая работа

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				
Выступление (доклад) на занятии	3	3	3	9
Домашнее задание	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Контрольная работа			8	8
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		4	4	8
Расчетная работа	2	2	2	6
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	18	22	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	40	70	100
8 семестр				
Домашнее задание		5	5	10
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Контрольная работа			15	15
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	15	20	35	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	35	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5

Согласована на портале № 37975

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. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. - 2015. 196 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5858 (дата обращения: 07.07.2018).

2. Космические радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728 (дата обращения: 07.07.2018).

3. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2123 (дата обращения: 07.07.2018).

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

12.2. Дополнительная литература

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

2. 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.)

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

4. 3. Сборник задач по курсу "Радионавигационные системы". Учебное пособие для вузов / П. А. Бакулев [и др.] - М. : Радиотехника, 2011. - 112 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Космические системы связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для

Согласована на портале № 37975

проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 200 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5862 (дата обращения: 07.07.2018).

2. Космические системы связи [Электронный ресурс]: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория электрической связи». / Акулиничев Ю. П. - 2015. 125 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5859 (дата обращения: 07.07.2018).

3. Космические радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. (Рекомендовано для практических самостоятельных и лабораторных работ). - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728 (дата обращения: 07.07.2018).

4. Математические модели динамических систем в форме уравнений для переменных состояния [Электронный ресурс]: 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). - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2126 (дата обращения: 07.07.2018).

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

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;

Согласована на портале № 37975

- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Windows Server 2008
- OpenOffice
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Windows Server 2008
- OpenOffice
- PTC Mathcad13, 14

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:

Согласована на портале № 37975

- 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

Семестр 8

1. **Вопрос.** Какой метод определения местоположения потребителя используется в ГНСС ГЛОНАСС и GPS:

   1.-Угломерный. 2. Разностно-дальномерный. 3.Дальномерный. 4. Угломерно-дальномерный.

2. **Вопрос**. В каком режиме излучения работает бортовой передатчик навигационного космического аппарата :
   1. Импульсный режим. 2. Непрерывный режим. 3. Квазинепрерывный режим. 4. Запросный режим.
3. **Вопрос**. Какой тип модуляции имеет излучаемый бортовым передатчиком системы ГЛОНАСС сигнал:
   1. Амплитудно-импульсная модуляция. 2. Частотная модуляция. 3. Линейная частотная модуляция. 4. Бинарная фазовая модуляция.
4. **Вопрос.** При каком отношении мощности полезного сигнала к мощности шум на выходе приемной антенны выполняет свои функции приемник потребителя:
   1. Больше единицы.
   2. Больше 10.
   3. Много меньше единицы.
   4. Ориентировочно 0,01.

Согласована на портале № 37975

5. **Вопрос**. Имеем детерминированный полезный сигнал $s(t_k;\lambda)$; $n(t_k)$ - гауссовский некоррелированный шум с нулевым средним значением и дисперсией σ_n^2; λ - неизвестный параметр полезного сигнала. На интервале обработки образована выборка $\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}} = \{y_k; k = 1,...,N\}$ из N отсчетов сигнала $y(t_k) \equiv y_k = s(t_k;\lambda) + n(t_k) = s_k + n_k$. Укажите верное выражение для функции правдоподобия (обозначение $W(g)$ - плотность распределения вероятностей)

$$1.\ W(\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}/\lambda) = 1/\left[(2\pi)^{N/2}\cdot\sigma^N\right]\cdot\exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(s_k(\lambda)\right)^2\right] \equiv L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda),$$

$$2.\ W(\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}},\lambda) = 1/\left[(2\pi)^{N/2}\cdot\sigma^N\right]\cdot\exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(y_k^2\right)\right] \equiv L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda),$$

$$3.\quad L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda) = \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(-s_k^2(\lambda)\right)\right],$$

$$4.\quad W(\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}/\lambda) = 1/\left[(2\pi)^{N/2}\cdot\sigma^N\right]\cdot\exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(y_k - s_k(\lambda)\right)^2\right] \equiv L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda)$$

6. **Вопрос.** Имеем полностью известный детерминированный сигнал $s(t)$, поступающий на вход линейного фильтра в сумме с белым шумом $n(t)$. Какую задачу решает согласованный с сигналом линейный фильтр?
   1. Обеспечивает наименьшее искажение полезного сигнала на своем выходе.
   2. Максимально устраняет влияние шума на полезный сигнал.
   3. Обеспечивает на своем выходе максимальное отношение уровня полезного сигнала к шуму в некоторый момент времени t_0.
   4. Обеспечивает в некоторый момент времени t_0 наибольшее значение уровня полезного сигнала на выходе.

7. **Вопрос**. Импульсная реакция $h_{сф}(t)$ фильтра согласованного с сигналом $s(t)$ ($t \geq 0$) длительностью τ_u определена соотношением ($k = const; t_0 = const$):
   1. $h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 + t);\ \ t_0 \geq \tau_u$.
   2. $h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 - t); t_0 \geq \tau_u$.
   3. $h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 - t);\ \ t_0 < \tau_u$.
   4. $h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 - t);\ t_0 \geq \tau_u$.

8. **Вопрос**. Определите соотношение, связывающее комплексную частотную характеристика $\dot{K}_{сф}(i\omega)$ согласованного линейного фильтра с комплексным спектром $\dot{S}(i\omega)$ полезного входного сигнала $s(t)$ длительностью τ_u ; ($k = const$):

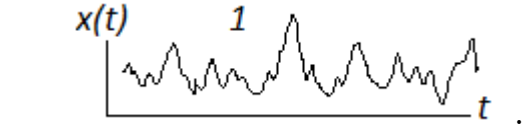
Согласована на портале № 37975

1. $\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$; $t_0 \geq \tau_u$.
2. $\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}^*(i\omega) \cdot e^{i\omega t_0}$; $t_0 \geq \tau_u$.
3. $\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}^*(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$; $t_0 < \tau_u$.
4. $\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}^*(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$; $t_0 \geq \tau_u$.

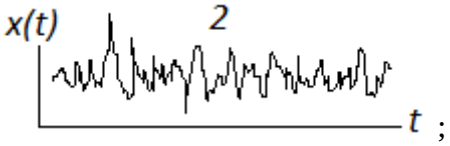
9. **Вопрос**. Ширина главного сечения функции неопределенности радиосигнала по частотной оси зависит:
   1. Пропорционально от ширины частотного спектра радиосигнала.
   2. Обратно пропорционально от произведения длительности радиосигнала на ширину его частотного спектра, т.е. от величины базы сигнала.
   3. Обратно пропорционально от ширины частотного спектра радиосигнала.
   4. Обратно пропорционально от длительности радиосигнала.

10. **Вопрос.** Ширина главного сечения функции неопределенности радиосигнала по временной оси зависит :
    1. Пропорционально от величины базы радиосигнала.
    2. Обратно пропорционально от ширины частотного спектра радиосигнала.
    3. Пропорционально от ширины частотного спектра радиосигнала.
    4. Обратно пропорционально от произведения длительности радиосигнала на ширину его частотного спектра.

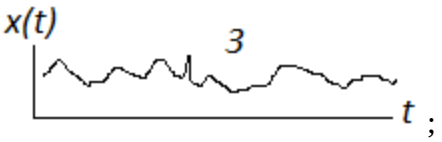
11. **Вопрос.** Ниже в одном масштабе показаны три типичных записи для трех стационарных случайных сигналов. Укажите правильное соотношение для ширин $\Delta\tau_i$ нормированных временных автокорреляцинных функций этих сигналов:



;



;

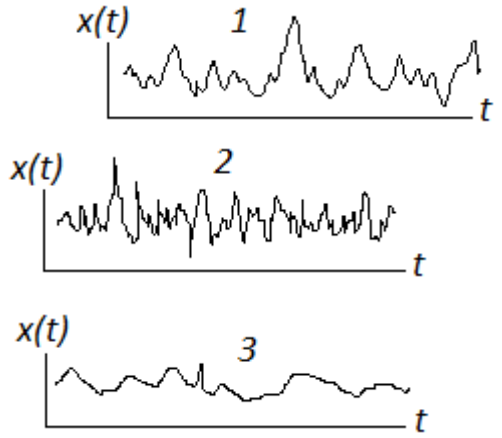


;

1. $\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2 > \Delta\tau_3$,
2. $\Delta\tau_1 > \Delta\tau_3 > \Delta\tau_2$,
3. $\Delta\tau_3 > \Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$,
4. $\Delta\tau_2 > \Delta\tau_1 > \Delta\tau_3$.

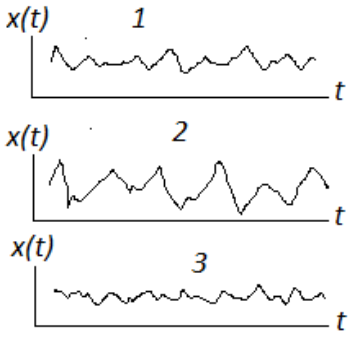
Согласована на портале № 37975

12. **Вопрос.** Ниже в одном масштабе показаны три типичных записи для трех стационарных случайных сигналов. Укажите правильное соотношение для ширин спектральных функций (энергетических спектров) $\Delta\Omega_i$ этих сигналов.



1. $\Delta\Omega_1 > \Delta\Omega_2 > \Delta\Omega_3$
2. $\Delta\Omega_2 > \Delta\Omega_1 > \Delta\Omega_3$
3. $\Delta\Omega_3 \geq \Delta\Omega_1 \geq \Delta\Omega_2$
4. $\Delta\Omega_1 > \Delta\Omega_3 > \Delta\Omega_2$

13. Вопрос. Ниже в одном масштабе показаны три типичных записи для трех стационарных случайных сигналов. Укажите правильное соотношение для дисперсий D_i этих сигналов

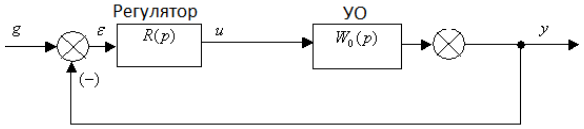


1. $D_1 > D_3 > D_2$
2. $D_1 > D_2 > D_3$.
3. $D_3 > D_2 > D_1$.
4. $D_2 > D_1 > D_3$

14. **Вопрос**. Какие *статистические* параметры оценки неизвестного параметра сигнала исчерпывающим образом определяют качество этой оценки:
    1. Статистическое среднее значение разности между истинным значением параметра и оценкой этого параметра.
    2. Дисперсия оценки.
    3. Разность между истинным значением параметра и оценкой.
    4. Средний квадрат погрешности (ошибки).

Согласована на портале № 37975

15. Вопрос. Передаточная функция $\Phi_\varepsilon(p)$ по ошибке отработки требуемого воздействия $g(t)$ в замкнутой следящей системе



есть отношение изображений:

1. $U(p)/E(p)$. 2. $Y(p)/G(p)$. 3. $E(p)/G(p)$. 4. $Y(p)/E(p)$

16. Вопрос. Какое соотношение определяет передаточную функцию замкнутой следящей системы:

1. $Y(p)/G(p)$
2. $R(p)\cdot W_0(p)$
3. $U(p)/G(p)$
4. $Y(p)/G(p)$

17. **Вопрос.** Динамические свойства случайного процесса определены линейным дифференциальным уравнением 2-го порядка,

$$2y''(t)+10y'(t)+4y(t)=6\cdot n(t)$$

где $n(t)$ - белый гауссовский шум. Привести данное уравнение к системе 2-х ДУ первого порядка и найти вид матрицы перехода **A** и матрицы **B** в системе уравнений состояния

$$\dot{x}(t)=\mathbf{A}\cdot x(t)+\mathbf{B}\cdot n(t).$$

Записать уравнение выхода

$$y(t)=\mathbf{C}\cdot x(t)+\mathbf{D}\cdot n(t)$$

и ***найти*** матрицы $\mathbf{C}$ *и* $\mathbf{D}$.

1. $\mathbf{A}=\begin{bmatrix}-2 & -5\\ 0 & 1\end{bmatrix}$ $\mathbf{B}=\begin{bmatrix}0\\ 3\end{bmatrix}$ $\mathbf{C}=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}$; $\mathbf{D}=0$
2. $\mathbf{A}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -2 & -5\end{bmatrix}$ $\mathbf{B}=\begin{bmatrix}0\\ 3\end{bmatrix}$ $\mathbf{C}=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}$; $\mathbf{D}=0$
3. $\mathbf{A}=\begin{bmatrix}-2 & 1\\ -5 & 0\end{bmatrix}$ $\mathbf{B}=\begin{bmatrix}3\\ 0\end{bmatrix}$ $\mathbf{C}=\begin{bmatrix}0 & 1\end{bmatrix}$; $\mathbf{D}=0$
4. $\mathbf{A}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -2 & -5\end{bmatrix}$ $\mathbf{B}=\begin{bmatrix}3\\ 0\end{bmatrix}$ $\mathbf{C}=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}$; $\mathbf{D}=\mathbf{I}$.

18. **Вопрос.** При оценке погрешности местоопределения потребителя используется величина – ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ФАКТОР. Что она учитывает:
    1. Вводит поправку на вычисление координат потребителя, обусловленную несферичностью формы Земли.

Согласована на портале № 37975

2. Геометрию движения потребителя.
3. Геометрию взаимного расположения потребителя и рабочего созвездия навигационных космических аппаратов.
4. Положение Земли при движении по орбите вокруг Солнца.

19. **Вопрос**. Каковы последствия увеличения длительности периода ПСП (дальномерного кода) в плане влияния собственного шума приемника на точность местоопределения ? Допустим, в два раза увеличим период кодовой ПСП, при прочих неизменных параметрах сигнала и применении оптимального алгоритма обработки ? Укажите верный ответ:
    1. Сренеквадратическая погрешность (СКП) оценки временной задержки дальномерного кода останется неизменной.
    2. СКП оценки кодовой задержки уменьшится в 2 раза (точность местоопределения возрастет).
    3. СКП увеличится в $\sqrt{2}$ раз (точность местоопрделения понизится).
    4. СКП оценки кодовой задержки увеличится в 4 раза (точность местоопределения понизится).

20. **Вопрос.** Одномоментное наличие сигналов от 4-х навигационных космических аппаратов необходимо :
    1. В целях повышения точности определения координат потребителя.
    2. Для получения дополнительного уравнения с последующим решением системы 4-х нелинейных алгебраических уравнений и определения 3-х координат и смещения шкалы времени потребителя относительно шкалы времени системы.
    3. Для вычисления доплеровского смещения частоты сигнала.
    4. Для устранения неоднозначности измерений фазы радиосигнала.

Семестр 9

1. В когерентной СПИ генераторы несущей в передатчике и приемнике должны обладать такой стабильностью, чтобы при отключении ФАПЧ фазы выдаваемых колебаний не расходились заметно в течение: 1) импульса; 2) сеанса связи; 3) нескольких сотен импульсов; 4) одного периода несущей.

2. Некогерентной называется система передачи информации, в которой ожидаемые значения начальных фаз всех принимаемых импульсов: 1) известны; 2) неизвестны; 3) оцениваются в процессе приема;

3. Прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала с известной начальной фазой в СПИ: 1) когерентной; 2) некогерентной; 3) частичнокогерентной; 4) всегда.

4. Прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала со случайной начальной фазой, равномерно распределенной в интервале 0–2π, в СПИ: 1) когерентной; 2) некогерентной; 3) частичнокогерентной; 4) всегда.

5. Битовая вероятность ошибки на выходе демодулятора в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума зависит лишь от: 1) величины разнесения несущих частот сигналов, соответствующих символам 0 и 1; 2) отношения амплитуд полезного сигнала и шума; 3) отношения энергии разностного сигнала к спектральной плотности мощности шума; 4) отношения энергий сигналов, соответствующих символам 0 и 1.

6. Помехоустойчивость при корреляционном приеме определяется: 1) величиной отношения средних мощностей сигнала и помехи на входе приемника в полосе сигнала; 2) мощностью сигнала на входе приемника; 3) мощностью шума на входе приемника; 4) отношением мощности шума на выходе приемника к мощности шума на входе.

7. Необходимое условие возможности линейного разделения канальных сигналов без

Согласована на портале № 37975

взаимных помех в многоканальной СПИ: 1) сигналы должны быть аналоговыми; 2) сигналы должны быть линейно независимыми; 3) сигналы должны быть цифровыми; 4) сигналы должны быть случайными.

8. Синхронизация не требуется: 1) в многоканальных СПИ с временным разделением каналов; 2) в многоканальных СПИ с кодовым разделением каналов. 3) в многоканальных цифровых СПИ с частотным разделением каналов; 4) в многоканальных аналоговых СПИ с частотным разделением каналов.

9. Ортогональность канальных сигналов необходима: 1) для уменьшения требуемой полосы частот; 2) для упрощения устройства разделения каналов; 3) для увеличения отношения сигнал/шум; 4) для увеличения скорости передачи информации.

10. При уплотнении каналов в системе с ВРК используют: 1) мультиплексор; 2) набор полосовых фильтров; 3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей; 4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей.

11. При уплотнении каналов в системе с ЧРК используют: 1) мультиплексор; 2) набор полосовых фильтров; 3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей; 4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей.

12. Отличительное свойство синхросигнала: 1) он периодически повторяется; 2) начальный и конечный символы совпадают; 3) не может появиться в информационной последовательности.

13. Причина появления мультипликативной помехи – это: 1) многолучевой механизм распространения волн на трассе; 2) непрямоугольность частотных характеристик канальных полосовых фильтров; 3) низкое отношение сигнал-шум; 4) излучение посторонних источников.

14. Ожидаемое сообщение считается случайным: 1) всегда; 2) лишь если имеются замирания; 3) лишь если имеются помехи; 4) только при передаче в канале без помех.

15. При передаче сигнала с понижением битовой скорости ширина его спектра: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не меняется; 4) не меняется, но сам спектр сдвигается в область более низких частот.

16. При передаче двоичной последовательности по радиолинии наибольшая полоса потребуется при использовании: 1) АМ; 2) ЧМ; 3) ФМ; 4) ОФМ.

17. При одинаковой средней мощности полезного сигнала наиболее часто при демодуляции ошибки возникают при использовании: 1) АМ; 2) ОФМ; 3) КАМ-64; 4) ЧМ.

18. Декодирование по минимуму расстояния применяется для: 1) обнаружения и (или) исправления ошибок в кодовой комбинации; 2) определения кодового расстояния применяемого кода; 3) определения расстояния между кодовыми комбинациями применяемого кода; 4) повышения отношения сигнал/шум.

19. Простейший код с проверкой на четность способен: 1) обнаруживать любые ошибки нечетной кратности; 2) исправлять любые ошибки нечетной кратности; 3) обнаруживать любые ошибки четной кратности; 4) исправлять любые ошибки четной кратности.

20. Кодовое расстояние кода численно равно: 1) расстоянию между двумя наиболее часто применяемыми кодовыми комбинациями; 2) количеству символов, в которых различаются две наиболее близкие друг к другу комбинации в кодовой таблице; 3) минимальному весу кодовой комбинации; 4) наиболее вероятному значению кратности возникающих ошибок.

21. В системах с переспросом код, применяемый в прямом канале, используется для: 1) исправления одиночных ошибок и обнаружения остальных; 2) исправления ошибок; 3) обнаружения ошибок; 4) передачи с минимальной избыточностью.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Формирование многоканального цифрового сигнала при использовании импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) и разностных методов кодирования. Методы модуляции и структура радиосигналов. Синтез радиосигналов. Искажения в канале, межсимвольная интерференция. Прием М-ичного сигнала на фоне белого шума, корреляционный метод приема, битовая вероятность ошибки. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Способы разнесенных передачи и приема дискретных сообщений в условиях флуктуации амплитуд и фаз сигналов вследствие многолучевости. Принципы защиты информации от несанкционированного доступа. Скремблирование цифровых сигналов. Шифрование речи в системах CDMA. Принципы криптозащиты с различными ключами на основе стандартов DES и RSA. Оптимальные системы

Согласована на портале № 37975

сигналов для передачи в постоянном канале с белым шумом. Сигнально-кодовые конструкции. Симплексные коды, коды Адамара, биортогональные коды. Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Иерархический принцип построения ЦСП. Структурная схема оконечной станции ЦСП, основные узлы оборудования. Формирование цикла передачи. Системы тактовой и цикловой синхронизации. Цифровой линейный тракт, коды в цифровом линейном тракте. Расширение спектра. Цели и методы: прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Многоканальные цифровые системы передачи с ИКМ.

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

14.1.3. Темы докладов

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

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

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

Согласована на портале № 37975

частоты

14.1.4. Темы опросов на занятиях

 Подсистемы ГНСС и их функции. GPS и ГЛОНАСС

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

 Типовая структура приемника сигналов ГНСС. Функциональные задачи блоков. Двухэтапная обработка сигналов.

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

 Задача статистического синтеза оптимальных сглаживающих фильтров. Примеры.

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

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

14.1.5. Темы домашних заданий

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

Выполнить энергетический расчет радиолинии для типовых значений параметров передатчика НКА, коэффициентов усиления антенн приемника и передатчика при использовании типовых параметров радионавигационных сигналов ГНСС ГЛОНАСС.

Характеристики обнаружения навигационного приемника при когерентном и некогерентном накоплении. Оценить время поиска НС для заданных значений параметров блока слежения.

Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма формирования оценок псевдодальности и псевдоскорости в режиме слежения. Структура следящей системы. Параметры, определяющие точность оценок радионавигационных параметров сигналов НКА.

Блок навигационного вычислителя : постановка задачи синтеза алгоритма формирования оценок навигационного вектора потребителя (алгоритм МНК и алгоритм расширенного фильтра Калмана).

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Цифровые сигналы. Дискретные сигналы. Последовательность гауссовских случайных величин. Непрерывные сигналы. Основные параметры: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Стационарный гауссовский случайный процесс. Белый шум. Узкополосный процесс. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолучевого распространения волн как фильтр со случайно изме-няющимися параметрами. Методы

Согласована на портале № 37975

аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Линейная цифровая фильтрация и генерирование последовательностей символов. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Последовательный и параллельный способы передачи.

Разнесенный прием. Способы разнесения. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом". Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки, кодовое расстояние. Линейные блочные коды. Код Хемминга. Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса.

14.1.7. Темы контрольных работ

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

14.1.8. Темы расчетных работ

1) Математическое описание сигналов и помех. 2) Кодирование источника. 3) Кодирование канала. 4) Ошибки при демодуляции. Регенерация цифрового сигнала. Типовой пример расчетной работы: Расчетная работа 4, дата сдачи :xxx Каждую из работ представить в виде отдельной брошюры. Все расчеты сопровождать подробными пояснениями вплоть до подстановки численных значений. После завершения всех вычислений по каждой из задач результаты округляются до двух знаков после десятичной точки и приводятся в виде таблицы в том же порядке, как они даны в задании. Последнее (дополнительное) значение в таблице ответов – это сумма S всех приведенных в ней значений (контрольная сумма). 1) Номер варианта работы равен номеру N студента в списке группы. 2) Файл в формате Word 2003 с именем “Фамилия-Группа-Номер работы” направлять по адресу: xxx@mail.ru. Использовать подтверждение об открытии сообщения. Возможно представление твердой копии. 3) Оформление в соответствии со стандартом ТУСУР. Обязательны ссылки на источники, в т. ч. студенческие. 4) Баллы по работам, представленным позже 24 час указанной даты, начисляются в половинном размере. 5) Работы, содержащие признаки копирования, даже с подстановкой собственных данных, рассматриваться не будут. Задача 1 1) Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала Источник информации создает цифровой поток B мегабит в секунду. На вход ра-диолинии с выхода передатчика подается последовательность двоичных радиоимпульсов, модулированных по закону M (M=1 для АМ, M=2 для ЧМ с ортогональными сигналами, M=3 для ФМ). Задана требуемая вероятность битовой ошибки Рош на выходе опти-мального когерентного демодулятора Рош и величина ослабления в линии F. На входе приемника присутствует аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотно-стью No. Определить требуемую среднюю мощность W передаваемых сигналов обоих видов (0 и 1) без использования корректирующего кода (W1), при использовании (n,k)-кода Хэмминга в режиме исправления ошибки (W2) и в режиме обнаружения ошибки (W3). Определить в каждом из режимов вероятность битовой ошибки на выходе линии связи (декодера) (РБ1, РБ2, РБ3). При расчетах считать, что вероятность ошибки в канале переспроса (режим обнаружения ошибки) пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления искаженной комбинации на выходе декодера. Примечания: 1) 1пВт=10-12 Вт. 2) При вычислении отношения сигнал/шум необходимо учитывать, что длительность передаваемых импульсов должна уменьшаться при увеличении избыточности, чтобы обеспечить заданную скорость передачи B информационных символов. Задача 2 1) Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния На кабельной линии, содержащей n регенерационных участков, регенерация двоичных импульсов в полном смысле этого слова проводится лишь в обслуживаемых регенерационных пунктах (ОРП), размещенных на каждом m-м участке. На остальных участках размещены необслуживаемые регенерационные пункты (НРП), в которых входной сигнал лишь усиливается. Определить вероятность ошибки при демодуляции сигнала на выходе некогерентной линии Рош, если при n=1 эта величина известна [1]. Найти отношение сигнал/шум q1, которое потребовалось бы для обеспечения той же вероятности ошибки Рош на выходе линии для двух случаев: 1) все регенераторы – это НРП (qНРП, дБ); 2) все регенераторы – это ОРП (qОРП, дБ).

Согласована на портале № 37975

14.1.9. Темы лабораторных работ

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

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

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

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

14.1.10. Методические рекомендации

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

14.2. Требования к 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 опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным 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;

Согласована на портале № 37975

– 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 № 37975