



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники



УТВЕРЖДАЮ
Декан ~~_____~~ Буднев Н.М.
«20» марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.В.08 Спутниковые системы радионавигации**

Направление подготовки **03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки **Радиоинжиниринг и телекоммуникации**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.

Председатель ~~_____~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 7 от «17» февраля 2026 г.

Зав. кафедрой ~~_____~~ Колесник С.Н.

Иркутск 2026 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	10
6.2. Программное обеспечение:.....	10
6.3. Технические и электронные средства:.....	10
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	10
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	11

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Спутниковые системы радионавигации» (ССРН) - дисциплина цикла информационных систем и технологий, изучающая методы позиционирования объектов средствами радионавигации.

Цель курса – дать студентам основные представления о методах позиционирования подвижных и стационарных объектов средствами радиотехнических измерений, о технологиях позиционирования, о структуре современных глобальных спутниковых систем позиционирования с их функциональными дополнениями наземного и космического базирования.

Задачи курса - научить студентов пользоваться аппаратурой спутниковой навигации, освоить методы обработки данных измерений и оценок радионавигационных и навигационных параметров, полученных с помощью аппаратуры спутниковых радионавигационных систем.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Спутниковые системы радионавигации» относится к обязательной части программы.

Изучение курса предполагает наличие основных знаний по дисциплинам «Алгоритмы и основы программирования», «Обработка данных на языке Python», «Электродинамика», «Статистическая радиофизика», «Радиотехнические сигналы и цепи».

Полученные в процессе изучения курса знания и навыки необходимы для успешного освоения дисциплины «Основы построения и управления беспилотными аппаратами», для прохождения производственной практики, при подготовке выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной работе.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 <i>Способен понимать принципы построения и работы современных телекоммуникационных систем</i>	ИДК ПК-2.2 <i>Применяет знания о принципах построения телекоммуникационных систем в сфере профессиональной деятельности</i>	Знать: состав, структуру, принципы работы и типовые алгоритмы функционирования ССРН, включая функциональные дополнения наземного и космического базирования Уметь: пользоваться современной радионавигационной аппаратурой для позиционирования объектов в режиме стандартной и повышенной точности Владеть: навыками работы с приемниками сигналов ССРН и с типовыми программно-

		алгоритмическими средствами обработки измерений и оценок радионавигационных и навигационных параметров
--	--	---

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, в том числе 17 часов на экзамен

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Базовые понятия спутниковой радионавигации	8	18,2		8	-	0,2	10	Устный опрос
2	Сигналы СРНС и их первичная обработка в навигационном приемнике	8	8,2		4	-	0,2	4	
3	Решение навигационной задачи	8	26,3		6	12	0,3	8	Защита отчета по лабораторной работе
4	Навигационная аппаратура пользователей	8	28,3		6	12	0,3	10	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя семестра)	Трудоемкость (час.)		
8	Базовые понятия спутниковой радионавигации	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом	1-2	10	Устный опрос	Источники из основной и дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ
8	Сигналы СРНС и их первичная обработка в навигационном приемнике		3-5	4		
8	Решение навигационной задачи		6-8	8		
8	Навигационная аппаратура пользователей		9-10	3	Защита отчета по лабораторной работе	
			11	7		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				32		

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Базовые понятия спутниковой радионавигации

- 1.1. Системы координат
- 1.2. Шкалы времен и их согласование
- 1.3. Определение радионавигационных и навигационных параметров
- 1.4. Геометрические основы позиционирования
- 1.5. Понятие о глобальном и локальном позиционировании
- 1.6. Назначение и состав глобальных спутниковых радионавигационных систем и их функциональных дополнений

Тема 2. Сигналы СРНС и их первичная обработка в навигационном приемнике

- 2.1. Состав и частотный план сигналов спутниковых радионавигационных систем
- 2.2. Структура радионавигационного сигнала
- 2.3. Свойства радионавигационных сигналов и принципы их формирования
- 2.4. Методы первичной обработки сигналов СРНС в приемниках.

Тема 3. Решение навигационной задачи

- 3.1. Состав погрешностей измерения псевдодальности и псевдофазы
- 3.2. Погрешности, вызванные влиянием тропосферы
- 3.3. Погрешности, вызванные влиянием ионосферы
- 3.4. Модели тропосферы
- 3.5. Модели полного электронного содержания ионосферы
- 3.6. Типовой алгоритм коррекции погрешностей измерения псевдодальности
- 3.7. Алгоритмы решения навигационной задачи

Тема 4. Навигационная аппаратура пользователей

- 4.1. Состав и технические характеристики навигационного приемника.
- 4.2. Программно-алгоритмическое обеспечение приемника
- 4.3. Методика статистической обработки измерений погрешностей позиционирования

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Навигационная аппаратура пользователей	ЛР1. Исследование структуры и программно-алгоритмического обеспечения навигационного приемника МНП М7 и МНП М9	12		Защита отчета по лабораторной работе	ПК-2
2	Решение навигационной задачи	ЛР2. Оценка навигационных характеристик	12			

		приемника сигналов ССРН в различных режимах измерений				
--	--	---	--	--	--	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Базовые понятия спутниковой радионавигации	Изучение алгоритмов перехода между системами координат. Практическая реализация алгоритмов перехода в программных средах MathCad и MatLab	ПК-2	ПК-2.2
2	Сигналы СРНС и их первичная обработка в навигационном приемнике	Ознакомление с основными алгоритмами и принципами построения схем когерентной фильтрации радионавигационных параметров в навигационном приемнике. Изучение алгоритмов расчета ионосферной и тропосферной погрешности на основе заданных моделей среды РРВ. Практическая реализация алгоритмов расчета ионосферной и тропосферной дальномерных погрешностей в программных средах MathCad и MatLab		
3	Решение навигационной задачи	Статистическая обработка данных, содержащихся в файлах навигационных параметров (NMEA-0183, RINEX). Интерпретация полученных результатов. Написание выводов по разделам лабораторной работы. Оформление и подготовка к защите отчетов по лабораторным работам		
4	Навигационная аппаратура пользователей			

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта)), в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи. В процессе проведения самостоятельной работы формируются компетенции ОПК-2.

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы по темам дисциплины:

Т1. Геометрические основы позиционирования. Глобальное и локальное позиционирование. Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы.

Т2. Измерение псевдодальности. Факторы, определяющие псевдодальность. Шкалы времен и их согласование. Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы.

Т2. Распространение радиоволн в тропосфере. Распространение радиоволн в ионосфере. Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы.

Т2. Модели тропосферы. Модели полного электронного содержания. Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы.

Т3. Формулировка навигационной задачи. Основные подходы к построению алгоритмов решений навигационной задачи. Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы.

Т4. Свойства навигационных сигналов и принцип их формирования. Основные понятия о методах и алгоритмах фильтрации радионавигационных параметров. Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы.

Т4. Методика статистической обработки файлов данных навигационных параметров. Проработка лекционного материала и подготовка к защите ЛР и рекомендованной литературы.

Контроль результатов самостоятельной работы проводится в виде устного опроса в часы вне расписания учебных занятий по отдельному графику, а также в процессе защиты лабораторных работ.

4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Основы спутниковой радионавигации [Текст]: учеб. пособие / В. Б. Иванов, С. Н. Колесник; рец.: В. В. Демьянов, В. И. Сажин; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 99 с. - Библиогр.: с. 99. - ISBN 978-5-9624-1106-4/ (37 экз)

2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования [Текст]: учебник / Под ред. Л. И. Перова. В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Радиотехника, 2010. - 800 с. - Библиогр.: с. 800. - ISBN 978-5-88070-251-0/ (4 экз).

3. Сетевые спутниковые радионавигационные системы [Текст]: учебник / В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич и др.; ред. В. С. Шебшаевича. -2-е изд., перераб. и доп.-М.: Радио и связь, 1993.-408 с. - Библиогр.: с. 408. - ISBN 5-277-00167-0/ (2 экз).

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

. Механизмы воздействия нерегулярных геофизических факторов на функционирование спутниковых радионавигационных систем [Текст]: Монография / В. В. Демьянов, Ю.В. Ясюкевич; рец.: А. М. Алешечкин, В. С. Марюхненко; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 349 с. – (Солнечно-земная физика). - Библиогр.: с. 349. - ISBN 978-5-9624-1098-2/ (20 экз).

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.

2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

3. Учебные материалы кафедры №401 радиолокации и радионавигации Московского авиационного институт: <http://kaf401.rloc.ru/>.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Компьютерный класс со специализированным программным обеспечением для проведения практических занятий, мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материала. Учебный комплекс «Система спутниковой радионавигации».

6.2. Программное обеспечение:

Программа NAVI (спец. ПО приемника МНП М9).

6.3. Технические и электронные средства:

В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующих программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Чтение лекций по темам предполагает решение тематических задач в качестве примеров, подкрепляющих теоретический материал.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства текущего контроля.

Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенций ПК-2.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете.

За посещение одного вида занятия дается 2 балла (18 занятий (Л+ ЛР+КСР) * 2 балла = 36 баллов), максимальное количество баллов за письменный контроль на СКР – 6 баллов, за лабораторные работы (ЛР) – 18 баллов (2ЛР*9 баллов=18 балла).

Параметры оценочного средства для КСР.

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично 5-6 баллов	Хорошо 3-4 балла	Удовлетв. 2-1 балл	Неудовл. 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все задания.	Полностью выполнены все задания, допущены одна – две ошибки.	Не полностью выполнены задания, допущены одна – две ошибки.	Задание не выполнены или задание выполнено не полностью и допущено более 3-х ошибок.

Параметры оценочного средства для защиты лабораторных работ ЛР1-ЛР2

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично 7-9 баллов	Хорошо 4-6 балла	Удовлетв. 1-3 балла.	Неудовл. 0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно оформлен отчет, сделаны выводы. При защите показано всестороннее и глубокое знание материала. Отчет по ЛР защищен в срок.	В целом отчет оформлен корректно, сделаны выводы, но имеются незначительные недостатки. При защите студент показывает понимает материала, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы. Отчет по ЛР защищен в срок. При сдаче отчета не в срок – минус 1 балл)	Отчет оформлен полностью. Имеются замечания по оформлению, выводы сделаны не полностью. При защите - суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводятся, ответы на дополнительные вопросы не уверенные. Отчет по ЛР защищен в срок. При сдаче отчета не в срок – минус 1 балл)	Отчет не оформлен. Отчет оформлен со значительными замечаниями, выводы не полные, при защите студент с трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы №1:

1. Дайте определение и объясните физический смысл понятий «радионавигационный параметр», «навигационный параметр» и «навигационная функция»;

2. Дайте определение и объясните физический смысл понятий «псевдодальность», «псевдофаза» и «псевдоскорость»;
3. В чем состоит основное содержание задачи навигационно-временных определений?
4. В чем состоит геометрический смысл решения навигационной задачи?
5. Представьте состав, структурную схему и назначение основных элементов глобальной ССРН;
6. Дайте определение глобального и локального позиционирования. Укажите на набор средств для реализации позиционирования в режиме стандартной точности и в режиме повышенной точности;
7. Объясните, что такое когерентная фильтрация радионавигационных параметров;
8. Представьте частотный план распределения сигналов ССРН GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou;
9. Представьте типовой состав навигационного сигнала и объясните содержание компонент этого сигнала;
10. Представьте назначение, состав и основные технические характеристики навигационного приемника МНП М7 и антенны сигналов навигационных спутников?
11. Объясните назначение, основные функции и порядок настройки специализированного программного продукта «Navi».

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы №2:

1. Поясните, что такое геометрический фактор потери точности и от чего зависит величина этого фактора?
2. Объясните от каких основных факторов и как зависит окончательная точность определения координат пользователя по сигналам ССРН в режиме автономной навигации?
3. Объясните в чем различие между широкозонной и локальной дифференциальной системой ССРН?
4. Объясните какие основные факторы ограничивают размер рабочей зоны локальной дифференциальной системы ССРН?
5. Объясните основной принцип коррекции погрешностей дальномерных измерений при использовании режима навигации RTK?
6. Объясните основной принцип коррекции погрешностей дальномерных измерений при использовании режима навигации PPP?
7. Дайте классификацию погрешностей дальномерных измерений в зависимости от радиуса их пространственно-временной корреляции. Объясните, какие погрешности подлежат коррекции при решении навигационной задачи, а какие нет и почему?
8. Объясните, как компенсируется сдвиг шкалы времени приемника относительно системного времени ССРН при решении навигационной задачи?
9. От каких факторов зависит величина и характер сдвига шкалы времени навигационного спутника?
10. Как компенсируется сдвиг шкалы времени спутника относительно системного времени ССРН при решении навигационной задачи?
11. Каковы источники возникновения тропосферной дальномерной погрешности?
12. Представьте основные характеристики тропосферной дальномерной погрешности: типовая величина, радиус пространственной и временной корреляции;
13. Как учитывается тропосферная дальномерная погрешность при решении навигационной задачи?
14. Каковы источники возникновения ионосферной дальномерной погрешности?
15. Представьте основные характеристики ионосферной дальномерной погрешности: типовая величина, радиус пространственной и временной корреляции;

16. Как учитывается ионосферная дальномерная погрешность при решении навигационной задачи?
17. Каковы источники возникновения дальномерной погрешности многолучевости?
18. Представьте основные характеристики дальномерной погрешности многолучевости: типовая величина, зависимость от угла возвышения спутника;
19. Представьте характеристику многолучевости и поясните зависимость ее параметров от вида модуляции навигационного сигнала;
20. Как можно уменьшить дальномерную погрешность многолучевости при решении навигационной задачи?
21. Каковы источники возникновения шумовой дальномерной погрешности?
22. Представьте основные характеристики шумовой дальномерной погрешности: типовая величина, зависимость от отношения сигнал/шум на входе схемы слежения за кодом и фазой;
23. Как зависит шумовая дальномерная погрешность от элементов радиотракта и от настроек схемы слежения за кодом и фазой навигационного сигнала?
Возможно ли уменьшить шумовую дальномерную погрешность при решении навигационной задачи?

Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).

Форма проведения промежуточной аттестации – экзамен. экзамен выставляется по текущим накопленным оценкам за защиту лабораторных работ.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Назначение, состав и функции основных элементов глобальной ССРН;
2. Понятие радионавигационного и навигационного параметров, навигационной функции, взаимосвязь между ними. Содержание задачи навигационно-временных определений;
3. Определение системы координат. Виды систем координат и области их использования в приложениях ССРН;
4. Геоцентрическая инерциальная система координат;
5. Геоцентрическая, связанная с Землей система координат;
6. Геодезическая (эллипсоидальная) система координат;
7. Локальная декартова система координат;
8. Локальная подвижная система координат;
9. Астрономические шкалы времени: UT, UT0, UT1, UT2, UTR;
10. Атомные шкалы времени: TAI, UTC, UTC(SU);
11. Взаимосвязь и взаимное преобразование астрономических и атомных шкал времени (UTC, UT1, TAI);
12. Системное время спутниковых радионавигационных систем (GPST, GLOT) и его связь со всемирным координированным временем;
13. Принцип беззапросного измерения дальности;
14. Понятие и состав погрешностей измерения кодовой псевдодальности;
15. Понятие и состав погрешностей измерения фазовой псевдодальности;
16. Понятие и состав погрешностей измерения псевдоскорости;
17. Основные рабочие характеристики спутниковых радионавигационных систем;
18. Понятие геометрического фактора потери точности, его виды и факторы, которые определяют его величину;
19. Основные факторы, которые определяют потенциальную точность определения координат пользователя по сигналам ССРН в режиме автономной навигации;
20. Потенциальная точность измерений кодовой и фазовой псевдодальностей и ее зависимость от характеристик дальномерного кода;

21. Понятие широкозонной дифференциальной системы ССРН. Ее состав и принцип работы;
22. Понятие локальной дифференциальной системы ССРН. Ее состав и принцип работы;
23. Понятие о режиме коррекции псевдодальностей RTK и принцип его работы;
24. Понятие о режиме коррекции псевдодальностей PPP и принцип его работы;
25. Основные факторы ограничивают размер рабочей зоны локальной дифференциальной системы ССРН;
26. Классификацию погрешностей дальномерных измерений в зависимости от радиуса их пространственно-временной корреляции;
27. Факторы, определяющие сдвига шкалы времени навигационного спутника и их численные характеристики;
28. Метод компенсации сдвига шкалы времени спутника относительно системного времени ССРН при решении навигационной задачи;
29. Источники возникновения тропосферной дальномерной погрешности и ее характеристики: типовая величина, радиус пространственной и временной корреляции;
30. Методы снижения тропосферной дальномерной погрешности при решении навигационной задачи?
31. Источники возникновения ионосферной дальномерной погрешности и ее основные характеристики: типовая величина, радиус пространственной и временной корреляции;
32. Методы снижения ионосферной дальномерной погрешности при решении навигационной задачи;
33. Источники возникновения дальномерной погрешности многолучевости и ее основные характеристики: типовая величина, зависимость от угла возвышения спутника;
34. Характеристика многолучевости и зависимость ее параметров от вида модуляции навигационного сигнала;
35. Методы уменьшения дальномерной погрешности многолучевости при решении навигационной задачи;
36. Источники возникновения шумовой дальномерной погрешности и ее основные характеристики: типовая величина, зависимость от отношения сигнал/шум на входе схемы слежения за кодом и фазой;
37. Зависимость шумовой дальномерной погрешности от элементов радиотракта навигационного приемника и от настроек схемы слежения за кодом и фазой навигационного сигнала?
38. Алгоритм применения корректирующих поправок дальномерных погрешностей в аппаратуре пользователя СРНС
39. Частотный план распределения сигналов ССРН GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou и характеристика сигнальных компонент;
40. Состав и характеристика орбитальных группировок ССРН GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou
41. Структура сигнала, излучаемого навигационным спутником. Отличие структур сигналов навигационных спутников различных глобальных ССРН;
42. Понятие сложного сигнала и особенности применения сложных сигналов для реализации систем многоканального и многостанционного доступа;
43. Фазоманипулированный сигнал и его спектрально-частотная характеристика;
44. Устройства обработки фазоманипулированных сигналов;
45. Понятие шумоподобной M-последовательности и ее корреляционные свойства;
46. Принципы построения многоканальной системы связи с кодовым разделением каналов;

Принципы построения многоканальной системы связи с частотным разделением каналов

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ПК-2:

Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ

Укажите корректное название шкалы времени ТАИ

- a) астрономическая
- b) системная
- c) атомная
- d) комбинированная

Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ

Укажите корректное назначение системы координат:

- a) определить совокупность пространственно-временных характеристик объекта
- b) определить поправки к погрешностям определения вектора состояния объекта
- c) определить совокупность количественных мер (оценок) параметров вектора состояния объекта
- d) определить количественную меру текущего пространственно-временного положения объекта

Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ

Радионавигационный параметр это:

- a) дальность, измеренная между источником и приемником навигационного сигнала
- b) относительное расстояние, измеренное между источником и приемником навигационного сигнала
- c) непосредственно измеряемый радиотехнический параметр сигнала, поступившего от источника навигационной информации
- d) любой, непосредственно измеряемый, навигационный параметр

Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ

Укажите корректное определение шкалы времени UTC:

- a) абсолютная астрономическая шкала времени
- b) астрономическая шкала времени, периодически корректируемая на прецессию и нутацию северного полюса Земли и приливные силы
- c) атомная шкала времени, периодически корректируемая на прецессию и нутацию северного полюса Земли
- d) шкала времени, образованная из атомной шкалы времени, привязанной к астрономической шкале времени через целочисленную поправку

Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ

Вектор состояния объекта это:

- a) набор параметров технического состояния объекта;
- b) скорость, ускорение и направление движения объекта;
- c) координаты, составляющие вектора скорости и отклонение шкалы времени объекта в заданной системе координат;
- d) набор радионавигационных и навигационных параметров, измеренных (вычисленных) объектом;

Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ

Навигационный параметр это:

- a) непосредственно измеряемый радиотехнический параметр сигнала, поступившего от источника навигационной информации
- b) это геометрический параметр, связанный с соответствующим радионавигационным параметром;
- c) одна из координат или составляющих вектора скорости объекта;
- d) компонент навигационной функции;

Задание с множественным выбором. Выберите четыре правильных ответа

Укажите компоненты геоцентрической инерциальной системы координат:

- a) центр отсчета системы координат в средней точке Земли
- b) центр отсчета системы координат в центре масс Земли
- c) ось Z от центра масс в направлении на северный полюс
- d) ось X от центра масс через Гринвичский меридиан
- e) ось Y от центра масс дополняет до правой тройки векторов
- f) ось X от центра масс через точку Весны

Задание с множественным выбором. Выберите четыре правильных ответа

Укажите компоненты геоцентрической системы координат, связанной с Землей:

- a) центр отсчета системы координат в центре масс Земли
- b) центр отсчета системы координат в средней точке Земли
- c) ось Z в направлении на северный полюс
- d) ось X от центра масс через Гринвичский меридиан
- e) ось Y от центра масс дополняет до правой тройки векторов
- f) ось X от центра масс через точку Весны

Задание с множественным выбором. Выберите два правильных ответа

Укажите факторы, которые определяют потенциальную точность кодовых и фазовых дальномерных измерений:

- a) длина волны сигнала навигационного спутника;
- b) амплитуда волны сигнала навигационного спутника;
- c) частота Доплера сигнала навигационного спутника;
- d) длительность элемента дальномерного кода;
- e) длина и период дальномерного кода;
- f) начальная фаза дальномерного кода;

Задание с множественным выбором. Выберите два правильных ответа

Укажите ключевые факторы, которые определяют потенциальную точность позиционирования объекта по сигнала ССРН:

- a) длина волны сигнала навигационного спутника;
- b) СКО дальномерных погрешностей навигационных спутников;
- c) частота Доплера сигнала навигационного спутника;
- d) длительность элемента дальномерного кода;
- e) количество наблюдаемых навигационных спутников;
- f) геометрический фактор потери точности;

Задание на сопоставление. Сопоставьте два понятия, которые соответствуют друг другу

1) Ионосферная дальномерная погрешность	a) зависит от вида модуляции сигнала
2) Шумовая дальномерная погрешность	b) на 80% определяется «сухой» компонентой
3) Тропосферная погрешность	c) глобально коррелирована
4) Погрешность многолучевости	d) является локально коррелированной
5) Погрешность шкалы времени спутника	e) не подлежит коррекции
6) Шумовая дальномерная погрешность	f) определяется тепловыми шумами радиотракта

Задание на сопоставление. Сопоставьте два понятия, которые соответствуют друг другу

1) Шумовая погрешность измерения кодовой дальности	a) количества и взаимного расположения спутников
2) Погрешность определения координат не зависит от	b) отклонения шкалы времени приемника
3) Геометрический фактор зависит от	c) на порядки превышает шумовую погрешность измерения фазы
4) Величина шумовой погрешности измерения кодовой задержки	d) является локально коррелированной
5) Погрешность шкалы времени спутника	e) обратно-пропорциональна отношению

	сигнал/шум
б) Шумовая дальномерная погрешность	ф) прямо пропорциональна длительности меж-коррекционного интервала

Задание на сопоставление. Сопоставьте два понятия, которые соответствуют друг другу

1) локальная дифференциальная система	а) коррекцию псевдодальностей по относительным измерениям на опорной станции
2) режим RTK	б) не обеспечивает коррекцию в региональной рабочей зоне
3) режим PPP	с) формирует скалярно-векторные поправки к дальностям
4) Широкозонная дифференциальная системы	д) базируется на использовании сети измерительных станций и баз данных корректирующих поправок
5) Основным недостатком режимов RTK и RTK-PPP при использовании фазовых измерений является	е) не могут быть скорректированы средствами дифференциальной навигации
6) Шумовая дальномерная погрешность и погрешность многолучевости	ф) большое время сходимости решения

Разработчики:



доцент С.Н.Колесник



профессор В.В.Демьянов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «17» февраля 2026 г. протокол № 7

Зав. кафедрой  Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.