Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.10.2023 14:31:18
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы глобального позиционирования

Специальность
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Профиль
Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация
Инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):
старший преподаватель  / А.И. Черников/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Структура и содержание дисциплины 4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 4
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 7
4.2 Основная литература 7
4.3 Дополнительная литература 7
4.4 Электронные образовательные ресурсы 8
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 8
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 8
5 Материально-техническое обеспечение 8
6 Методические рекомендации 8
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 8
7 Фонд оценочных средств 9
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 9
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 9
7.3 Оценочные средства 9

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно осваивать современные методы формирования и обработки сигналов в приемо-передающей аппаратуре ГНСС.
- понимание сущности и особенностей процессов преобразования этих сигналов.
- умение изложить постановку задачи по исследованию характеристик функциональных блоков навигационного приемника.
- знание по содержанию проблем, связанных с повышением точности позиционирования в ГНСС.

Обучение по дисциплине «Системы глобального позиционирования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Наименование показателя оценивания**
ПК-7. Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	ИПК-7.1 Понимает методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности; ИПК-7.2 Применяет современный математический аппарат для решения задачи оптимизации; ИПК-7.3 Использует методы оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов.	**Знать:** - факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; технические пути оптимизации характеристик навигационного комплекса. **Уметь:** - выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса. **Владеть:** - методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Кодирование и шифрование информации в радиоэлектронных системах;

Устройства генерирования и формирования сигналов;
Устройства приема и преобразования сигналов;
Основы теории радиосистем передачи информации;
Радиотехнические цепи и сигналы;
Прикладная радиофизика;
Стандартизация и унификация в микроэлектронике и радиотехнике;
Устройства СВЧ и антенны;
Электродинамика и распространение радиоволн.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) 144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			8
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	0	0
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к контрольным работам	24	24
2.2	Работа с конспектом лекций	24	24
2.3	Подготовка к экзамену	24	24
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Особенности построения орбитальных группировок и особенности формирования радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.**	**48**	**12**	**12**	**0**	**0**	**24**
1.1	Тема 1. Особенности построения орбитальных группировок; шкалы времени и систем координат СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.		6	6			12
1.2	Тема 2. Методы формирования сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.		6	6			12
2	**Раздел 2. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, Бэйдоу**	**72**	**18**	**18**	**0**	**0**	**36**
2.1	Тема 1. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС		4	4			8
2.2	Тема 2. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС GPS		6	6			12
2.3	Тема 3. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС Galileo		4	4			8
2.4	Тема 4. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС Бэйдоу		4	4			8
3	**Раздел 3. Внутрисистемные и межсистемные помехи в СРНС**	**24**	**6**	**6**	**0**	**0**	**12**
3.1	Тема 1. Внутрисистемные и межсистемные помехи в СРНС		6	6			12
	Итого	**144**	**36**	**36**	**0**	**0**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Особенности построения орбитальных группировок и особенности формирования радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.

Тема 1. Особенности построения орбитальных группировок; шкалы времени и систем координат СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.

Общие сведения о сетевых спутниковых радионавигационных системах (СРНС). Назначение и история создания СРНС. Обзор действующих и разворачиваемых в настоящее время СРНС. Обзор литературы по курсу. Орбитальное движение спутников: общие сведения, классические элементы орбиты спутника, движение спутника по невозмущенной орбите. Понятие орбитальной плоскости и рабочих точек. Критерии размещения спутников и выбора рабочих точек в группировке. Основные параметры орбитальных группировок СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу. Шкалы времени и системы координат, принятые в СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.

Тема 2. Методы формирования сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.

Понятие частотного плана. Диапазоны частот, отведенные под СРНС. Главные несущие частоты СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу. Понятие семейства сигналов, необходимости разделения сигналов. Понятие дальномерного кода. Определения частотного и кодового разделения сигналов, сравнение этих видов разделения сигналов. Автокорреляционная (АКФ) и взаимнокореляционная (ВКФ) функции дальномерных кодов. Уровень боковых лепестков АКФ и уровень ВКФ как показатели качества дальномерных кодов. Понятие и принципы наложения оверлейного кода. Методы формирования дальномерных кодов. Виды модуляции. Методы уплотнения навигационных сигналов. Методы кодирования навигационных сообщений.

Раздел 2. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, Бэйдоу

Тема 1. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС

Типы и назначение сигналов ГЛОНАСС. Существующие и перспективные сигналы. Несущие частоты, структура и спектры сигналов L1OF, L1SF, L2OF, L2SF, L3OC.

Тема 2. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС GPS

Типы и назначение сигналов GPS. Существующие и перспективные сигналы. Несущие частоты, структура и спектры сигналов L1 C/A, L1 P(Y), L2 P(Y), L2C, L5, M-code, L1C.

Тема 3. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС Galileo

Типы и назначение сигналов Galileo. Несущие частоты, структура и спектры сигналов E1-B/C, E6-B/C, E5a, E5b

Тема 4. Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС Бэйдоу

Типы и назначение сигналов Бэйдоу. Несущие частоты, структура и спектры сигналов B1, B2, B3, B2a, B1C.

Раздел 3. Внутрисистемные и межсистемные помехи в СРНС

Тема 1. Внутрисистемные и межсистемные помехи в СРНС

Понятия внутрисистемных и межсистемных помех. Методы расчета уровня внутрисистемных и межсистемных помех.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Занятие 1-2 Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС

Занятие 3-4 Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС GPS

Занятие 5-6 Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС Galileo

Занятие 7-8 Структура и характеристики радионавигационных сигналов СРНС Бэйдоу

Занятие 9-10 Внутрисистемные и межсистемные помехи в СРНС

Занятие 11-12 Контрольная работа №1

Занятие 13-14 Контрольная работа №2

Занятие 15-16 Контрольная работа №3

Занятие 17-18 Контрольная работа №4

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Кружков, Д. М. Отечественная глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС: особенности создания, развития и использования : учебное пособие / Д. М. Кружков, В. В. Пасынков ; под редакцией М. Н. Красильщикова. — Москва : МАИ, 2022. — 111 с. — ISBN 978-5-4316-0884-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/256313.

2. Щербаков, В. В. Глобальные навигационные спутниковые системы : учебно-методическое пособие / В. В. Щербаков. — Новосибирск : СГУПС, 2022. — 44 с. — ISBN 978-5-00148-315-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/356270.

3. Технические средства навигации и управления движением : учебное пособие : в 2 частях / В. А. Авдеев, С. Г. Бурлуцкий, В. А. Добриков, А. С. Кошкаров. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022 — Часть 2 — 2022. — 139 с. — ISBN 978-5-8088-1753-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/341006.

4. Мещеряков, А. А. Спутниковая Радионавигационная Система «Навстар» (GPS) : учебно-методическое пособие / А. А. Мещеряков. — Москва : ТУСУР, 2012. — 39 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/10857.

4.3 Дополнительная литература

1. Кашкаров, А. П. Система спутниковой навигации ГЛОНАСС / А. П. Кашкаров. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-97060-597-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97338.

2. Поваляев, А. А. Задачник по радиосистемам управления и глобальным навигационным спутниковым системам : учебное пособие / А. А. Поваляев. — Москва :

Горячая линия-Телеком, 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-9912-0702-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176129.

3. Емельянцев, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации : учебно-методическое пособие / Г. И. Емельянцев, А. П. Степанов, А. А. Медведков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 111 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136522.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office;
2. Microsoft-Windows;
3. SmathStudio;
4. Libre Office;
5. ОС Debian;
6. GNU Octave.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть

место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля.

Задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям выдаются по мере прохождения курса.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения и ознакомиться с перечнем вопросов, которые необходимо рассмотреть со студентами (как возможные вопросы к самому преподавателю, так и вопросы для проверки понимания материала студентами).

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программ для вывода графической информации и/или маркерной/меловой доски.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки материала.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к контрольным и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- контрольные работы.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК-7	Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Системы глобального позиционирования»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Контрольная работа	Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Контрольная работа состоит из трёх заданий по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов.

2	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Системы глобального позиционирования» (выполнили и успешно защитили контрольные работы).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: - факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; технические пути оптимизации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - факторы, определяющие бюджет погрешностей	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - факторы, определяющие бюджет погрешностей решения	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; технические пути оптимизации харак-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - факторы, определяющие бюджет погрешностей решения навигационной задачи; технические пути опти-

характеристик навигационного комплекса.	решения навигационной задачи; технические пути оптимизации характеристик навигационного комплекса.	навигационной задачи; технические пути оптимизации характеристик навигационного комплекса. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	теристик навигационного комплекса. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	мизации характеристик навигационного комплекса. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - выполнить оценку влияния технических параметров функциональных блоков на основные тактические характеристики космического навигационного комплекса. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков	Обучающийся частично владеет: - методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся в полном объеме владеет: - методами оптимизации характеристик основных элементов функциональной схемы ГНСС для достижения требуемых ТТХ космической навигационной системы. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях

		в новых ситуациях.	операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: Экзамен

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения

	материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	соответствующего раздела. Билеты состоят из задач, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Контрольная работа №1

Дано:

1. Текущая дата и время T в шкале времени UTC.
2. Спутниковая радионавигационная система (ГЛОНАСС, GPS, Galileo).
3. Системный номер навигационного спутника.

Требуется:

Записать текущее время T в форматах систем ГЛОНАСС, GPS и Galileo, с учетом поправок между системными шкалами UTC.

2. Найти альманах группировки заданной СРНС на заданную дату. То есть, опорное время альманаха должно относиться к заданной дате, либо к ближайшей дате, если на заданную дату альманаха нет.

3. Рассчитать по альманаху координаты и вектор скорости заданного спутника на заданный момент времени, пользуясь алгоритмом из ИКД.

4. Предъявить исходные коды программы, выполняющей расчеты. Для возможности поиска ошибок записать также результаты промежуточных вычислений (интервал прогноза; текущие: наклонение, долгота восходящего узла, аргумент перигея; другие вычисляемые в алгоритме параметры).

Контрольная работа №2

Дано:

1. Спутниковая радионавигационная система (ГЛОНАСС, GPS, Galileo).

2. Тип сигнала или сигнальной компоненты (L1OF, L1Cp, L3OCd т. п.).

3. Системный номер навигационного спутника, который всегда совпадает с номером псевдослучайной последовательности (ПСП) дальномерного кода.

Требуется:

1. Найти ИКД на заданный тип сигнала.

2. Записать длительность одного символа ДК.

3. В любой среде мат моделирования сформировать массив из дальномерного кода для заданного типа сигнала и заданного номера НКА. Количество элементов массива равно количеству бит в одном периоде ДК. Алгоритм формирования описан в ИКД.

4. Записать первые и последние 16 бит сформированного дальномерного кода. Проверить их правильность по таблицам, приведенным в ИКД (если он там есть).

5. Рассчитать автокорреляционную функцию (АКФ) ДК. Построить её график так, чтобы боковые лепестки занимали половину масштаба по оси координат.

6. Найти:

Отношение максимального (по модулю) бокового лепестка АКФ к главному максимуму в дБ;

Отношение среднеквадратического уровня боковых лепестков АКФ к главному максимуму в дБю

7. Предъявить исходные коды программы, выполняющей расчеты.

Контрольная работа №3

Дано:

1. Система или вид радионавигационного сигнала.

2. Если ситема имеет 2 компоненты (пилотную и информационную), то задан системный номер НКА, с которого излучается этот сигнал.

3. Если сигнал имеет только информационную компоненту, то заданы 2 системных номера радионавигационного сигнала, которые соответствуют системным номерам НКА.

Требуется:

1. Смоделировать заданные радионавигационные сигналы в цифровой системе на промежуточной частоте с учетом уплотнения 2-х компонент (или разделения 2-х сигналов – частотного и кодового). Учесть также модуляцию

- цифровой поднесущей (если она есть);
- оверлейным кодом (если он есть);
- навигационным сообщением в виде 101010101010…

Частота дискретизации в 4 раза больше ширины спектра сигналов по главным лепесткам.

Промежуточная частота равна четверти частоты дискретизации.

Длительность выборки моделируемого сигнала 20 мс.

Начало сигнала синхронно с началом суток ШВС.

При моделировании сигнала амплитуду каждой компоненты полагать A=1.

Доплеровский сдвиг частоты и задержку полагать нулевыми.

2. Записать первые и последние 16 бит каждого дальномерного кода в уплотненном (суммарном) сигнале, проверить их по ИКД (если они там есть).

3. Записать выбранные значения частоты дискретизации и промежуточной частоты.

4. Построить график любого участка сигнальной выборки, длительностью 5 символов дальномерного кода.

5. Рассчитать и построить энергетический спектр (в дБ) и автокорреляционную функцию смоделированного суммарного сигнала.

6. Привести исходный код программы, выполняющей расчеты.

Контрольная работа №4

Дано:

1. Система и тип принимаемого радионавигационного сигнала.

Требуется:

1. Записать центральную частоту и ширину спектра принимаемого сигнала.

2. Записать, какие мешающие сигналы попадут в полосу полезного сигнала и их количество. Количество мешающих сигналов брать исходя из того, что в зоне видимлсти находится половина полной группировки спутников каждой СРНС (ГЛОНАСС, GPS, Galileo). Сигналы санкционированного доступа тоже учитывать. Сигналы заданного типа от других НКА тоже являются мешающими.

3. Рассчитать коэффициенты спектрального разделения для всех типов мешающих сигналов. Считать, что ширина полосы пропускания радиочастотного тракта приемника совпадает с шириной спектра принимаемого сигнала по первым нулям. Для сигналов ГЛОНАСС с частотным разделением при расчетах полагать, что полоса пропускания приемника охватывает весь заданный диапазон (в этом случае требуется записать граничные частоты этого диапазона).

4. Найти коэффициент снижения отношения сигнал/шум на выходе коррелятора из-за действия внутрисистемных и межсистемных помех. Отношение сигнал/шум по всем мешающим сигналам полагать равным 45 дБГц.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Структура и основные характеристики (несущая, модуляция, уплотнение, спектр мощности) сигналов GPS L1 C/A.	ПК-7
2. Характеристики цифровых модулирующих последовательностей (ДК, ОК, НС) и навигационного сообщения в сигналах GPS L1C.	ПК-7
3. Виды модуляции сигналов СРНС. Обозначения. Спектры сигналов с BPSK- и BOC- модуляцией.	ПК-7
4. Параметры орбиты НКА. Понятие и назначение альманаха СРНС.	ПК-7
5. Коды Вейла (алгоритм формирования).	ПК-7
6. Корреляционные свойства дальномернго кода (основные характеристики и чем они определяются).	ПК-7
7. Назначение и принцип наложения оверлейного кода.	ПК-7
8. Табличный метод формирования дальномерного кода.	ПК-7
9. Уплотнение радионавигационных сигналов: предпосылки и определения.	ПК-7
10. Концепция пары сигналов: пилотный + информационный. Назначение пилотного и информацинного сигналов.	ПК-7
11. В чем заключается принцип действия внутрисистемных и межсистемных помех?	ПК-7
12. Найти ширину спектра сигнала с модуляцией BOC(15,10).	ПК-7
13. Изложить требования к кодеру навигационного сообщения.	ПК-7
14. Назовите основные принципиальные различия систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.	ПК-7