

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Суслин А. В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Направление/специальность подготовки	27.04.04 Управление в технических системах
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровая обработка сигналов в автономных системах управления
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	5	180	51	17	0	34	129	0	0	129	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

27.04.04 Управление в технических системах

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ _____

Иванцевич Наталия Вячеславовна, д.т.н., старший научный сотрудник,
профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-4.4 — способность разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4.4

знания:

модели движения ИСЗ и функционирования вычислительных алгоритмов аппаратуры потребителя СНС и их использования в навигационных системах ЛА и автономных информационных и управляющих систем;

физические законы и закономерности, лежащие в основе формирования, излучения, распространения и приема радиосигналов космических радиолиний;

принципы, методы и идеи, на которых основано функционирование спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS;

умения:

выполнять расчёты эфемерид ИСЗ по данным альманаха ГЛОНАСС;

оценивать составляющие погрешностей навигационных определений в стандартном режиме местоопределений;

применять изученные законы, принципы и методы для анализа физических процессов в космических навигационных радиолиниях и при оценке их помехозащищенности;

выполнять простейшие расчеты вероятностных характеристик рабочих зон навигационных ИСЗ;

навыки:

обобщение, сопоставление и систематизация данных;

работа с научно-технической литературой и учебными пособиями;

решение расчетных задач с использованием компьютерных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.04.04 *Управление в технических системах*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения
- ОПК-3 — Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники
- ОПК-4 — Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами
- ОПК-6 — Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления
- ОПК-7 — Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схмотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления
- ОПК-8 — Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами
- ОПК-9 — Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств
- ПСК-4.1 — Способен разрабатывать и реализовывать комплексные математические модели автономных информационных и управляющих систем
- ПСК-4.2 — Способен на основе современной теории управления решать задачи анализа и синтеза автономных информационных и управляющих систем различного назначения, работающих в экстремальных условиях
- ПСК-4.3 — Способен проводить проектно-конструкторские работы по созданию электромеханических и микромеханических устройств систем управления действием малогабаритных летательных аппаратов
- ПСК-4.4 — Способен разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.4
6	11	Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем. 1.1 Принципы построения и особенности сетевых спутниковых РНС. 1.2 Сеть ИСЗ в ССРНС. Параметры орбит спутников систем GPS и ГЛОНАСС. 1.3 Рабочие зоны и время видимости навигационных спутников. 1.4 Системы координат. Согласование начал отсчета пространственных и временной координат. 1.5 Определение навигации. Дальномерный способ навигации. Понятие навигационной задачи. 1.6 Решение навигационной задачи. Линеаризация нелинейной системы алгебраических уравнений второго порядка. Решение избыточной системы алгебраических уравнений второго порядка методом наименьших квадратов.	81	28	8	20	53	33
6	11	Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем. 2.1 Общие требования к сигналам в СРНС. 2.2 Статистическая модель радионавигационного канала СРНС. 2.3 Структура излучаемых сигналов ИСЗ. 2.4 Принцип обработки спутникового сигнала в навигационном приёмнике.	60	16	6	10	44	33
6	11	Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС. 3.1 Недостатки, присущие спутниковым навигационным системам второго поколения. Федеральная целевая программа по развитию и модернизации ГЛОНАСС. 3.2 Функциональные дополнения спутниковых систем и их классификация. 3.3 Особенности реализации локальных функциональных дополнения на основе псевдоспутников.	39	7	3	4	32	34
Всего за 11 семестр			180	51	17	34	129	100
Всего по дисциплине			180	51	17	34	129	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем.	Сеть ИСЗ в ССРНС. Параметры орбит спутников систем GPS и ГЛОНАСС. Перевод координат из геодезической системы в геоцентрическую.	6
2		Рабочие зоны и время видимости навигационных спутников. Исследование основных характеристик зон радиовидимости спутников ГЛОНАСС. Расчет вероятности того, что в зоне радиовидимости потребителя ССРНС ГЛОНАСС будут находиться только спутники с двух (из трех) орбит.	6
3		Решение навигационной задачи. Линеаризация нелинейной системы алгебраических уравнений второго порядка. Решение избыточной системы алгебраических уравнений второго порядка методом наименьших квадратов.	8
4	Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем.	Статистическая модель радионавигационного канала СРНС. Анализ влияния трассы распространения радиосигналов на точность навигационных определений: рефракционные погрешности и погрешности многолучевости (реферат).	5
5		Способы обработки спутникового сигнала в навигационном приёмнике. Принцип неопределённости в радиолокации (реферат). Статистические критерии обнаружения и измерения параметров радиосигналов и их применение в ССРНС (реферат).	5
6	Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС.	Особенности построения локальных функциональных дополнения (ФД) на основе псевдоспутников (ПС). Преимущества и недостатки локальных ФД. Особенности навигационного поля ПС (реферат).	4
Всего за 11 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем.	Освоение понятий широты, долготы и высоты в геодезической системе координат.	5
2		Освоение понятий об инерциальной системе координат, об углах Эйлера.	5
3		Осознание физического смысла уравнений возмущенного движения в геоцентрической подвижной системе координат.	5
4		Решение навигационной задачи.	5
5		Линеаризация нелинейной системы алгебраических уравнений второго порядка.	5
6		Итерационный процесс решения в виде определения добавок к априорно выбранным значениям координат.	5
7		Определение членов ряда Тейлора - вычисление частных производных по добавкам к каждой из координат.	5
8		Освоение метода наименьших квадратов на примере решения навигационной задачи.	5
9		Пересчет координат из геодезической системы в геоцентрическую систему координат.	5
10		Проработка основных понятии и определении астрономии в части законов Кеплера.	4
11		Поиск литературы. Изучение конспекта лекций.	4
12	Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем.	Подготовка к реферату: анализ влияния трассы распространения радиосигналов на точность навигационных определений.	11
13		Подготовка к реферату: погрешности многолучевости в СРНС и методы борьбы с ними.	11
14		Подготовка к реферату: статистические критерии обнаружения и измерения параметров радиосигналов и их применение в ССРНС.	11
15		Подготовка к реферату: принцип неопределённости в радиолокации.	11
16	Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС.	Изучение принципов построения функциональных дополнений спутниковых навигационных систем.	20
17		Подготовка к реферату: локальньге функциональные дополнения на основе псевдоспутников.	12
Всего за 11 семестр			129

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11				Реф		ДР			Колл	ДР		Реф			Реф	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Реф – реферат;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;

- реферат;
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. М. Сомов, С. Ф. Корнев. . Спутниковые системы связи. Москва: Горячая линия-Телеком, 2018, эл. рес.
2. В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич. . Сетевые спутниковые радионавигационные системы. М.: Радио и связь, 1993, эл. рес.
3. Е. Б. Волков, В. З. Дворкин, А. И. Прокудин. . Технические основы эффективности ракетных систем. М.: Машиностроение, 1990, 27 экз.
4. М. Р. Богданов. . Применения GPS/ГЛОНАСС. Долгопрудный: Интеллект, 2012, 15 экз.
5. Р. В. Бакитько, Е. Н. Болденков, Н. Т. Булавский. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. М.: Радиотехника, 2010, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Google Chrome;
2. Matlab 2015a SP1;
3. 7-Zip;
4. WPS Office;
5. PTC Mathcad Prime 5.0;
6. DjVuReader.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome;
4. Matlab 2015a SP1;
5. 7-Zip;
6. WPS Office;
7. PTC Mathcad Prime 5.0;
8. DjVuReader.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.04.04 Управление в технических системах*. Дисциплина реализуется на факультете *Е* Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-4.4 способность разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением и использованием сетевых спутниковых радионавигационных систем (ССРНС). Основное внимание уделяется изучению: принципов орбитального построения и функционирования ССРНС и аппаратуры потребителей спутниковой навигации, функциональных дополнений систем спутниковой навигации; современных методов навигационно-временных определений (НВО) и обработки сигналов в спутниковых радионавигационных системах; применения технологий спутниковой навигации для решения прикладных народнохозяйственных и оборонных задач; направлений совершенствования отечественной системы ГЛОНАСС.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- реферат;
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**129 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 129 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем.		
Освоение понятий широты, долготы и высоты в геодезической системе координат.	Р. В. Бакитько, Е. Н. Болденков, Н. Т. Булавский. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования: М.: Радиотехника, 2010 (Глава 3, страницы 40-64) Е. Б. Волков, В. З. Дворкин, А. И. Прокудин. . Технические основы эффективности ракетных систем: М.: Машиностроение, 1990 (Выборочно по темам) В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич. . Сетевые спутниковые радионавигационные системы: М.: Радио и связь, 1993 (Глава 3, страницы 40-64) М. Р. Богданов. . Применения GPS/ГЛОНАСС: Долгопрудный: Интеллект, 2012 (Главы 2, 3, страницы 19-60)	5
Освоение понятий об инерциальной системе координат, об углах Эйлера.		5
Осознание физического смысла уравнений возмущенного движения в геоцентрической подвижной системе координат.		5
Решение навигационной задачи.		5
Линеаризация нелинейной системы алгебраических уравнений второго порядка.		5
Итерационный процесс решения в виде определения добавок к априорно выбранным значениям координат.		5
Определение членов ряда Тейлора - вычисление частных производных по добавкам к каждой из координат.		5
Освоение метода наименьших квадратов на примере решения навигационной задачи.		5
Пересчет координат из геодезической системы в геоцентрическую систему координат.		5
Проработка основных понятии и определении астрономии в части законов Кеплера.		4
Поиск литературы. Изучение конспекта лекций.	4	
Итого по разделу 1		53
Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем.		
Подготовка к реферату: анализ влияния трассы распространения радиосигналов на точность навигационных определений.	Р. В. Бакитько, Е. Н. Болденков, Н. Т. Булавский. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования: М.: Радиотехника, 2010 (Глава 7, страницы 272-284) В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич. . Сетевые спутниковые	11
Подготовка к реферату: погрешности многолучевости в СРНС и методы борьбы с ними.		11

Подготовка к реферату: статистические критерии обнаружения и измерения параметров радиосигналов и их применение в ССРНС.	радионавигационные системы: М.: Радио и связь, 1993 (Глава 5, страницы 59-72)	11
Подготовка к реферату: принцип неопределённости в радиолокации.		11
Итого по разделу 2		44
Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС.		
Изучение принципов построения функциональных дополнений спутниковых навигационных систем.	В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич. . Сетевые спутниковые радионавигационные системы: М.: Радио и связь, 1993 (Глава 20, страницы 292-309) А. М. Сомов, С. Ф. Корнев. . Спутниковые системы связи: Москва: Горячая линия-Телеком, 2018 (Выборочно по главам)	20
Подготовка к реферату: локальные функциональные дополнения на основе псевдоспутников.	Р. В. Бакитько, Е. Н. Болденков, Н. Т. Булавский. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования: М.: Радиотехника, 2010 (Глава 12, страницы 440-482))	12
Итого по разделу 3		32

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- реферат;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Коллоквиум

Проводится в устной форме. На коллоквиум выносятся часть материала зачёта; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении зачёта.

Ответ оценивается преподавателем по четырёхбалльной системе; оцениваются корректность и полнота ответа.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

По результатам сдачи обучающимся коллоквиума преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Ориентировочный перечень вопросов к коллоквиуму.

1. Основные преимущества спутниковых радионавигационных систем второго поколения.
2. Элементы спутниковых радионавигационных систем второго поколения и их назначение.
3. Общие требования к баллистической структуре СРНС и их реализация в ГЛОНАСС.
4. Общие требования к баллистической структуре СРНС и их реализация в GPS.
5. Общие требования к сигналам СРНС и их реализация в ГЛОНАСС.
6. Общие требования к сигналам СРНС и их реализация в GPS.
7. Состав навигационных сообщений спутников системы ГЛОНАСС
8. Состав навигационных сообщений спутников системы GPS
9. Статистическая модель радиоканала пассивной СРНС.
10. Модели ионосферных погрешностей, используемые в СРНС
11. Модели тропосферных погрешностей
12. Эфемеридные и частотно-временные погрешности
13. Модель погрешностей измерителя РНП
14. Методы разделения излучений, применяемые в СРНС.
15. Недостатки СРНС второго поколения, выявленные в процессе эксплуатации, и пути их преодоления.
16. Направления модернизации СРНС второго поколения.
16. Федеральная целевая программа по развитию и модернизации СРНС ГЛОНАСС.

17. Достигнутые результаты на пути модернизации СРНС ГЛОНАСС. Особенности сигналов спутников ГЛОНАСС – М.
18. Программа модернизации СРНС GPS. Современное состояние системы.
19. Особенности Европейской спутниковой радионавигационной системы Галилео. Два этапа развития системы и их основные характеристики.
20. Основные отличия СРНС Галилео от СРНС второго поколения ГЛОНАСС и GPS. Задачи системы и ее составные элементы. Сигналы и частотный план системы Галилео.

Реферат

Подготовка к реферату заключается в поиске литературы и составлении библиографии, использовании от 3 до 5 научных работ, изложении мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложении основных аспектов проблемы в тексте реферата; оформлении реферата, презентационных материалов.

Процедура защиты реферата заключается в публичном выступлении докладчика с устной презентацией результатов и последующим групповым обсуждением, ответами на вопросы преподавателя и студентов, дополнениями по теме и обсуждением возможных применений доложенных результатов в конкретных разработках.

Требования, предъявляемые к обучающимся в ходе защиты, соответствуют требованиям, предъявляемым к публичным выступлениям при защите дипломных работ.

Перечень тем рефератов:

1. Основные критерии, учитываемые при проектировании системы спутниковой навигации, и их реализация в СРНС ГЛОНАСС.
2. Состав СРНС; основные подсистемы СРНС ГЛОНАСС, их назначение и функционирование.
3. Критерии по выбору орбит ССРНС; баллистическая структура ССРНС ГЛОНАСС, GPS, Compass, Galileo.
4. Устройство космического аппарата СРНС ГЛОНАСС; основные подсистемы и их функционирование.
5. Учет релятивистских эффектов в навигационной аппаратуре ССРНС.
6. Статистическая модель радионавигационного канала СРНС.
7. Статистические критерии обнаружения и измерения параметров радиосигналов и их применение в ССРНС.
8. Способы обработки спутникового сигнала в навигационном приемнике. Принцип неопределенности в радиолокации.
9. Помехи в спутниковых системах и методы борьбы с ними.
10. Анализ влияния трассы распространения радиосигналов на точность навигационных определений: рефракционные погрешности и методы их компенсации.
11. Погрешности многолучевости и методы борьбы с ними.
12. Дифференциальный режим.
13. Особенности построения локальных функциональных дополнения (ФД) на основе псевдоспутников (ПС). Преимущества и недостатки локальных ФД. Особенности навигационного поля ПС.

Основные требования к реферату:

- объём не менее 12 страниц печатного текста (без учёта титульного листа, приложений, списка использованных источников и оглавления),
- обязательно включение в состав реферата 5-8 графических иллюстраций (рисунки, чертежи, слайды для демонстрации и т.п.),
- обязательно использование в процессе выполнения не менее трёх отечественных и одного зарубежного источников информации, опубликованных в последние 10 лет,
- остальные требования к оформлению согласно действующему на момент выполнения реферата внутреннему нормативному документу, регламентирующему содержание, оформление, организацию выполнения и защиту работы. При отсутствии выполняется согласно ГОСТ Р 2.105, ГОСТ 7.32, ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.501.

Реферат не может быть принят и подлежит доработке в случае, если:

- оформление не соответствует действующему на момент выполнения реферата внутреннему нормативному документу, регламентирующему содержание, оформление, организацию выполнения и защиту работы. При отсутствии выполняется согласно ГОСТ 2.105 и ГОСТ 7.32.
- содержательная часть и выводы по результатам работы не соответствует заданию на выполнение реферата,
- отсутствует необходимый графический материал,

- приведённые результаты свидетельствуют о неправильной обработке результатов анализа состояния вопроса.

По результатам выполнения обучающимся реферата преподаватель производит оценку работы по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты реферата соответствуют вышеуказанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов. Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы и выводы по результатам работы,
- неверные ответы на вопросы преподавателя.

При этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Вопросы к дифференцированному зачету

Ориентировочный список вопросов к дифференцированному зачёту.

1. Основные преимущества спутниковых радионавигационных систем второго поколения.
2. Элементы спутниковых радионавигационных систем второго поколения и их назначение.
3. Общие требования к баллистической структуре СРНС и их реализация в ГЛОНАСС.
4. Общие требования к баллистической структуре СРНС и их реализация в GPS.
5. Общие требования к сигналам СРНС и их реализация в ГЛОНАСС.
6. Общие требования к сигналам СРНС и их реализация в GPS.
7. Состав навигационных сообщений спутников системы ГЛОНАСС
8. Состав навигационных сообщений спутников системы GPS
9. Статистическая модель радиоканала пассивной СРНС.
10. Модели ионосферных погрешностей, используемые в СРНС
11. Модели тропосферных погрешностей
12. Эфемеридные и частотно-временные погрешности
13. Модель погрешностей измерителя РНП
14. Методы разделения излучений, применяемые в СРНС.
15. Недостатки СРНС второго поколения, выявленные в процессе эксплуатации, и пути их преодоления. Направления модернизации СРНС второго поколения.
16. Федеральная целевая программа по развитию и модернизации СРНС ГЛОНАСС.
17. Достигнутые результаты на пути модернизации СРНС ГЛОНАСС. Особенности сигналов спутников ГЛОНАСС – М.
18. Программа модернизации СРНС GPS. Современное состояние системы.
19. Особенности Европейской спутниковой радионавигационной системы Галилео. Два этапа развития системы и их основные характеристики.
20. Основные отличия СРНС Галилео от СРНС второго поколения ГЛОНАСС и GPS. Задачи системы и ее составные элементы. Сигналы и частотный план системы Галилео.
21. Функциональные дополнения глобальной навигационной спутниковой системы: назначение, классификация, решаемые задачи.
22. Функциональные дополнения глобальной навигационной спутниковой системы. Широкозонные дифференциальные подсистемы (ШДПС), решаемые задачи. Особенности отечественного ШДПС, космический сегмент которого ориентирован на высокоэллиптические орбиты. Преимущества и недостатки такой системы.
23. Функциональные дополнения глобальной навигационной спутниковой системы. Зарубежные широкозонные дифференциальные подсистемы (ШДПС) WAAS, EGNOS, MSAS. Структура ШДПС, принципы построения и функционирования.
24. Функциональные дополнения глобальной навигационной спутниковой системы. Зарубежные широкозонные дифференциальные подсистемы (ШДПС) WAAS, EGNOS, MSAS: формат сигналов; рабочие зоны; ожидаемый эффект от введения поправок от ШДПС.
25. Региональные дифференциальные подсистемы (РДПС) Starfix, Skyfix; космические сегменты, зоны обслуживания, решаемые задачи.
26. Региональные дифференциальные подсистемы (РДПС). РДПС Eurofix: передающие станции системы, зоны обслуживания, диапазоны частот, скорость передачи информации. Преимущества системы Eurofix перед другими вариантами РДПС.
27. Региональные дифференциальные подсистемы (РДПС). РДПС на базе цепочек радиомаяков средневолнового диапазона. Принцип действия РДПС, зоны обслуживания, диапазоны частот, скорость передачи информации. Состояние работ по созданию РДПС на базе радиомаячных служб в России и за рубежом.

28. Локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС). Особенности морских ЛДПС. Принцип действия. Зона обслуживания.
29. Локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС). Требования, предъявляемые к геодезическим ЛДПС. Принцип действия. Зона обслуживания.
30. Локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС). Требования, предъявляемые к авиационным ЛДПС. Принцип действия. Зона обслуживания.
31. Локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС) на основе псевдоспутников (ПС). Характеристики точности интегрированной системы ГЛОНАСС + сеть ПС. Факторы, влияющие на точность определения координат ЛА. Критерии выбора конфигурации сети ПС для посадки ЛА.
32. Локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС) на основе псевдоспутников (ПС). Возможности создания локального функционального дополнения на основе сети ПС для СРНС ГЛОНАСС современной баллистической структуры. Оценка требуемого количества ПС в сети.
33. Место космических систем в глобальных информационных системах XXI века. Отличительные особенности космических систем XX века. Возможные пути развития космических систем в составе глобальных информационных систем.

Дифференцированный зачет

Вопросы к зачёту оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и практическое задание.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.4	
6	11	Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем.	81	28	8	20	53	33	Реферат, Коллоквиум
6	11	Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем.	60	16	6	10	44	33	Реферат, Коллоквиум
6	11	Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС.	39	7	3	4	32	34	Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат
Всего за 11 семестр			180	51	17	34	129	100	
Всего по дисциплине			180	51	17	34	129	100	

Критерии оценивания

ПСК-4.4

Вопросы открытого типа:

- № 1 Точность спутниковых навигационных систем первого поколения составляла по горизонтальным координатам
- № 2 Можно ли создать глобальную спутниковую навигационную систему на стационарных орбитах
- № 3 Цифровая информация навигационного сообщения спутника ГНСС подразделяется на ...
- № 4 оперативную и неоперативную
- № 5 Для решения навигационной задачи по ГЛОНАСС в зоне радиовидимости потребителя должны находиться не менее навигационных спутников
- № 6

Разделение излучений навигационных сигналов стандартной и высокой точности в КА GPS ...

- № 7 Расшифруйте аббревиатуру ККС
- № 8 Широкозонное функциональное дополнение, созданное в России, использует ИСЗ на ... орбитах
- № 9 Радиус рабочей зоны наземного псевдоспутника составляет ...
- № 10 Рефракционные тропосферные погрешности дальномерных измерений в ГЛОНАСС при увеличении угла возвышения спутника

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Расшифруйте аббревиатуру GNSS (ГНСС)
 - глобальная спутниковая навигационная система,
 - глобальная спутниковая система наблюдения,
 - глобальная спутниковая система связи,
 - глобальная навигационно-связная система
- № 2 К параметрам пространственного состояния определяющихся объектов в ГНСС относятся
 - координаты объекта,
 - точное время позиционирования,
 - вектор сближения меридианов двух объектов,
 - пространственный вектор между двумя приёмниками
- № 3 На борту спутников ГЛОНАСС имеется
 - один стандарт частоты и времени,
 - два стандарта частоты и времени,
 - три стандарта частоты и времени,
 - четыре стандарта частоты и времени
- № 4 Расхождение между шкалой системного времени ГЛОНАСС и UTC(SU) не должно превышать
 - 10 нс,
 - 100 нс,
 - 1 мс,
 - 10 мс.

- № 5 PDOP – это
- Геометрический фактор (ГФ) определения пространственных координат потребителя (П),
 - ГФ определения высотной координаты П,
 - ГФ определения горизонтальных координат П,
 - ГФ определения поправки к шкале времени П.
- № 6 Номинальная группировка космических аппаратов в GPS содержит
- 18 КА
 - 20 КА
 - 24 КА
 - 30 КА
- № 7 Разделение излучений навигационных сигналов спутников в GPS
- кодовое.
 - частотное,
 - временное,
 - пространственное
- № 8 Какие орбиты составляют баллистическую группировку КА ГЛОНАСС
- стационарные,
 - синхронные,
 - средневысокие,
 - низкие
- № 9 Разделение излучений навигационных сигналов спутников в ГЛОНАСС
- кодовое,
 - частотное,
 - временное,
 - пространственное.
- № 10 Ионосферные погрешности дальномерных измерений в ГЛОНАСС как изменяются с изменением частоты навигационного сигнала
- не изменяются,
 - уменьшаются с уменьшением несущей частоты навигационного сигнала,
 - увеличиваются с уменьшением несущей частоты навигационного сигнала,
 - увеличиваются с увеличением несущей частоты навигационного сигнала