

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Суслин А. В.  
(подпись) ФИО  
« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Направление/специальность подготовки	27.04.04 Управление в технических системах
Специализация/профиль/программа подготовки	Элементы и устройства систем 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: 2022

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Иванцевич Наталия Вячеславовна, д.т.н., 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-1.4 — способность разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-1.4**

*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, ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТОК И ИССЛЕДОВАНИЙ, 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-10 — Способен руководить разработкой методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству
- 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-5 — Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии
- 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
- ПК-92 — способен к саморазвитию в условиях неопределенности, формулировать себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, выбирать способы решения и направления развития
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать и реализовывать комплексные математические модели автономных информационных и управляющих систем
- ПСК-1.2 — Способен на основе современной теории управления решать задачи анализа и синтеза автономных информационных и управляющих систем различного назначения, работающих в экстремальных условиях
- ПСК-1.3 — Способен проводить проектно-конструкторские работы по созданию электромеханических и микромеханических устройств систем управления действием малогабаритных летательных аппаратов
- ПСК-1.4 — Способен разрабатывать комплексированные многофункциональные автономные информационные системы для управления движением малогабаритных летательных аппаратов

- ПСК-1.5 — Способен разрабатывать учебно-методические и контрольно-измерительные материалы, планировать процесс обучения, проводить учебные занятия, корректно оценивать знания обучаемых
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-3 — Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

### 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-1.4
6	11	<b>Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем.</b> 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	45
6	11	<b>Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем.</b> 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	40
6	11	<b>Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС.</b> 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	15
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.	Проработка основных понятий и определении астрономии в части законов Кеплера.	4
2		Поиск литературы. Изучение конспекта лекций.	4
3		Освоение понятий об инерциальной системе координат, об углах Эйлера.	5
4		Освоение понятий широты, долготы и высоты в геодезической системе координат.	5
5		Пересчет координат из геодезической системы в геоцентрическую систему координат.	5
6		Осознание физического смысла уравнений возмущенного движения в геоцентрической подвижной системе координат.	5
7		Решение навигационной задачи.	5
8		Линеаризация нелинейной системы алгебраических уравнений второго порядка.	5
9		Итерационный процесс решения в виде определения добавок к априорно выбранным значениям координат.	5
10		Определение членов ряда Тейлора - вычисление частных производных по добавкам к каждой из координат.	5
11		Освоение метода наименьших квадратов на примере решения навигационной задачи.	5
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
<b>11</b>				Тест		ДР			Колл	ДР		Реф			Реф	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- 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;
- тест;
- 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](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. DjVuReader;
3. Matlab 2015a SP1;
4. PTC Mathcad Prime 5.0;
5. 7-Zip;
6. WPS Office.

### 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. DjVuReader;
5. Matlab 2015a SP1;
6. PTC Mathcad Prime 5.0;
7. 7-Zip;
8. WPS Office.

### **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-1.4 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;
- тест;
- 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.		
Проработка основных понятии и определении астрономии в части законов Кеплера.	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) Р. В. Бакитько, Е. Н. Болденков, Н. Т. Булавский. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования: М.: Радиотехника, 2010 (Глава 3, страницы 40-64)	4
Поиск литературы. Изучение конспекта лекций.		4
Освоение понятий об инерциальной системе координат, об углах Эйлера.		5
Освоение понятий широты, долготы и высоты в геодезической системе координат.		5
Пересчет координат из геодезической системы в геоцентрическую систему координат.		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	
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.	А. М. Сомов, С. Ф. Корнев. . Спутниковые системы связи: Москва: Горячая линия-Телеком, 2018 (Выборочно по главам) Р. В. Бакитько, Е. Н. Болденков, Н. Т. Булавский. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования: М.: Радиотехника, 2010 (Глава 12, страницы 440-482)) В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич. . Сетевые спутниковые радионавигационные системы: М.: Радио и связь, 1993 (Глава 20, страницы 292-309)	20
Подготовка к реферату: локальные функциональные дополнения на основе псевдоспутников.		12
Итого по разделу 3		32

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- реферат;
- тест;
- 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 выносится 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".

Перечень выносимых на коллоквиум вопросов приведён в материалах учебно-методического комплекса.

#### 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 внутреннего нормативного документа, регламентирующего содержание, оформление, организацию выполнения и защиту работы; при его отсутствии необходимо соответствие работы ГОСТ 2.105 и ГОСТ 7.32.

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 соответствуют 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".

### Тест

Тестовые задания (20 вопросов, 45 минут).

Критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;

показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;

шкала оценивания – выделено 4 уровня освоения компетенций:

- высокий, оценка "отлично", более 80 % правильных ответов;
- достаточный, оценка "хорошо", от 60 до 80 % правильных ответов;

- пороговый, оценка "удовлетворительно" от 50 до 60 % правильных ответов;
- критический, оценка "неудовлетворительно", менее 50 % правильных ответов.

Тестирование необходимо для текущего контроля и формирования рейтинга студента к моменту зачёта. По результатам выполнения обучающимся теста преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Перечень тестовых заданий приведён в материалах учебно-методического комплекса.

#### **Вопросы к дифференцированному зачету**

Перечень выносимых на дифференцированный зачёт вопросов приведён в материалах учебно-методического комплекса.

#### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

.

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-1.4		
6	11	Раздел 1. Математические основы построения спутниковых навигационных систем.	81	28	8	20	53	45	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест, Реферат, Коллоквиум	
6	11	Раздел 2. Радиотехнические основы построения спутниковых навигационных систем.	60	16	6	10	44	40	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест, Реферат, Коллоквиум	
6	11	Раздел 3. Направления совершенствования навигационного поля ССРНС ГЛОНАСС.	39	7	3	4	32	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Тест, Реферат	
Всего за 11 семестр			180	51	17	34	129	100		
Всего по дисциплине			180	51	17	34	129	100		