

**Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»  
Факультет математики, информационных и авиационных технологий**

**Кафедра телекоммуникационных технологий и сетей**

*Смолева Виталий Петрович*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума  
и самостоятельной работы  
по дисциплине

**«Системы навигации»**

*для магистрантов направления  
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи*

Ульяновск  
2022

Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине «Системы навигации» / составитель: В.П. Смолеха - Ульяновск: УлГУ, 2022 – 15 с.

Методические рекомендации предназначены для магистрантов направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. В рекомендациях приведены литература по дисциплине, темы дисциплины и вопросы по каждой теме, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля, задания для самостоятельной работы, задания (задачи) для самостоятельной подготовки к семинарам или полностью самостоятельного освоения тем дисциплины, задания для лабораторного практикума и рекомендации по их выполнению.

Данные методические по дисциплине «Системы навигации» магистрантам следует использовать при подготовке к семинарам, самостоятельной подготовке, а также при подготовке к промежуточной аттестации.

Рекомендованы к введению в образовательный процесс  
Учёным советом факультета математики, информационных и авиационных технологий  
УлГУ  
протокол № 3/22 от «19» апреля 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие вопросы.....	5
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
Тема 1. Системы спутниковой связи.....	6
Основные вопросы темы.....	6
Рекомендации по изучению темы.....	6
Вопросы для самоподготовки и задания.....	6
Тема 2. Системы навигации, связи и управления.....	7
Основные вопросы темы.....	7
Рекомендации по изучению темы.....	7
Вопросы для самоподготовки и задания.....	7
Тема 3. Радиосистемы координатно-временного обеспечения систем навигации, связи и управления (СНСУ).....	8
Основные вопросы темы.....	8
Рекомендации по изучению темы.....	8
Вопросы для самоподготовки и задания.....	8
Тема 4. Основные характеристики и принцип работы систем дальней навигации (СДН).....	9
Основные вопросы темы.....	9
Рекомендации по изучению темы.....	9
Вопросы для самоподготовки и задания.....	9
Тема 5. Среднеорбитальные спутниковые радионавигационные системы.....	10
Основные вопросы темы.....	10
Рекомендации по изучению темы.....	10
Вопросы для самоподготовки и задания.....	10
Тема 6. Навигационная аппаратура систем персональной спутниковой связи (СПСС).....	11
Основные вопросы темы.....	11
Рекомендации по изучению темы.....	11
Вопросы для самоподготовки и задания.....	11
Тема 7. Точность определения местоположения по сигналам СРНС.....	12
Основные вопросы темы.....	12
Рекомендации по изучению темы.....	12

Вопросы для самоподготовки и задания.....	12
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ.....	13
Рекомендуемая литература и информационное обеспечение.....	14
Список рекомендуемой литературы.....	14
Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы.....	14
Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

В результате изучения дисциплины «Системы навигации» магистранты должны:

Знать:

- методы и подходы к формированию планов развития сети,
- основы архитектуры, устройства и функционирование систем связи и навигации,
- требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов,

Уметь:

- составлять технико-экономические обоснования планов развития сети, применять современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи,
- осуществлять поиск, анализировать и оценивать информацию, необходимую для эффективного выполнения задачи планирования, анализировать перспективы технического развития и новые технологии,
- собирать данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств инфокоммуникационной системы,

Владеть:

- навыками определения стратегии жизненного цикла услуг связи, выбора технологий для предоставления различных услуг связи, расчет экономической эффективности принимаемых технических решений,
- навыками анализа качества работы каналов и технических средств связи,

Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине «Системы навигации» направлены на повышение эффективности освоения знаний, умений, навыков и компетенций.

В методических рекомендациях имеются указания по темам дисциплины «Системы навигации». Каждая тема дисциплины содержит вопросы для систематизации теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, и самостоятельного изучения теории, вопросы (тесты) для текущего контроля на практических занятиях (семинарах). Для лабораторного практикума приведены задания и рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Список литературы и информационного обеспечения, приведённый в конце методических указаний, может служить основой для изучения рассматриваемых тем.

Дополнительная и учебно-методическая литература могут быть использованы обучающимися для закрепления изучаемого материала.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. Системы спутниковой связи**

#### ***Основные вопросы темы:***

1. Инфраструктура систем спутниковой связи (ССС).
2. Назначение трех сегментов СССР: пользовательского, спутникового и сегмента управления. Роль и место систем персональной спутниковой связи (СПСС).
3. Классификация систем СПСС. Принципы построения СССР: структура космического сегмента, типы ретрансляторов, структура земного сегмента, пользовательский сегмент.

#### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-3 изложены в учебнике [1] на с. 4-25.

#### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Структура систем спутниковой связи.
2. Назначение и возможности сегментов СССР: пользовательского, спутникового и сегмента управления.
3. Спутниковая связь – это ...
  - а) спутниковые системы, используемые для определения местоположения в любой точке земной поверхности с применением специальных навигационных или геодезических приемников;
  - б) УКВ радиосвязь между наземными станциями (ЗС) с использованием ретранслятора, находящегося в космическом пространстве;
  - в) приемопередающий комплекс с компьютером (банк данных о персональных терминалах) и коммутационным оборудованием для связи с телефонной сетью общего пользования (ТФОП);
  - д) средство общения одной системы с другой.
4. Спутниковые системы передачи могут быть:
  - а) носимыми, переносными, мобильными и стационарными;
  - б) носимыми, мобильными и стационарными;
  - в) переносными;

- d) стационарными.
5. Искусственный спутник Земли (ИСЗ) или ретранслятор движется по траектории, которая называется ...
- a) путь;
  - b) прямая линия;
  - c) кривая линия;
  - d) орбитой.

## **Тема 2. Системы навигации, связи и управления**

### ***Основные вопросы темы:***

1. Структура и технологии современных систем навигации, связи и управления (СНСУ).
2. Назначение и состав радиотехнических систем (РТС), включающий системы радиолокации, радионавигации и радиоуправления (РЛ, РН, РУ).
3. Радионавигационные системы (РН) в структуре современных систем навигации, связи и управления.

### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-3 изложены в учебнике [1] на с. 152-174.

### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Основные устройства СНСУ.
2. Технологии современных систем навигации.
3. Назначение и структура радионавигационных систем
4. Виды используемых в спутниковой связи орбит ИСЗ:
  - a) экваториальные (геостационарные), эллиптические (наклонные, полярные);
  - b) экваториальные (геостационарные);
  - c) эллиптические (наклонные, полярные);
  - d) геостационарные и геосинхронные.
5. При геостационарной орбите плохо обслуживаются полярные области, поскольку ...
  - a) ИСЗ виден под большими углами возвышения к земной поверхности, что вызывает увеличение шумов и помехи приему;

- b) ИСЗ виден под малыми углами возвышения к земной поверхности, что вызывает уменьшение шумов и помехи приему;
- c) ИСЗ виден под малыми углами возвышения к земной поверхности, что вызывает увеличение шумов и помехи приему;
- d) ИСЗ виден под большими углами возвышения к земной поверхности, что вызывает уменьшение шумов и помехи приему.

### **Тема 3. Радиосистемы координатно-временного обеспечения СНСУ**

#### ***Основные вопросы темы:***

1. Основные характеристики и принцип работы систем дальней навигации (СДН).
2. Среднеорбитальные спутниковые радионавигационные системы (СРНС).
3. Содержание сообщения СРНС ГЛОНАСС, GPS. Расчет основных параметров СРНС.

#### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-3 изложены в учебнике [2] на с. 20-45.

#### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Требования к спутниковым навигационным системам
2. Наземный сегмент контроля и управления
3. Навигационная аппаратура потребителей
4. Взаимодействие сегментов спутниковой навигационной системы
5. Преимущество геостационарной орбиты – ...
  - a) для связи необходим один ретранслятор и его положение над Землей не меняется в течение часа;
  - b) для связи необходим один ретранслятор и его положение над Землей не меняется в течение суток;
  - c) для связи необходимо два ретранслятора, поскольку их положение над Землей не меняется в течение суток;
  - d) для связи необходимо два ретранслятора и их положение над Землей не меняется в течение часа.
6. Полярная орбита – это разновидность эллиптической орбиты, угол наклона которой к экваториальной плоскости близок к ...
  - a) 15 градусам;
  - b) 30 градусам;



- c) 60 градусам;
  - d) 90 градусам
7. Назначение полярных орбит – ...
- a) получение данных о местоположении с наибольшей точностью;
  - b) расположение на них спутников;
  - c) организация спутниковой связи на полярных территориях;
  - d) организация спутниковой связи на приполярных территориях.

#### **Тема 4. Основные характеристики и принцип работы систем дальней навигации (СДН)**

##### ***Основные вопросы темы:***

1. Основные характеристики и принцип работы систем дальней навигации.
2. Возможности применения СДН для навигационного обеспечения подвижных объектов. Достоинства и недостатки.

##### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-2 изложены в учебнике [2] на с. 45-54.

##### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Системы дальней навигации.
2. Среднеорбитальные спутниковые радионавигационные системы.
3. Структура спутниковой сети связи включает:
  - a) космический сектор (спутники-ретрансляторы), наземный сектор (центр управления и шлюзовые станции), абонентский сектор (абонентские терминалы);
  - b) космический сектор (спутники-ретрансляторы), наземный сектор (центр управления и шлюзовые станции), абонентский сектор (абонентские терминалы), интерфейсы сопряжения шлюзовых станций с наземными сетями;
  - c) космический сектор (спутники-ретрансляторы), наземный сектор (центр управления и шлюзовые станции);
  - d) космический сектор (спутники-ретрансляторы), наземный сектор (центр управления и шлюзовые станции), интерфейсы сопряжения шлюзовых станций с наземными сетями.
4. Способы активной ретрансляции сигнала спутниковыми системами передачи:

- a) мгновенная, с задержкой;
- b) мгновенная, с задержкой, через два спутника, через спутники и земные станции;
- c) через два спутника, через спутники и земные станции;
- d) мгновенная, через спутники и земные станции.

## **Тема 5. Среднеорбитальные спутниковые радионавигационные системы (СРНС)**

### ***Основные вопросы темы:***

1. Состав и структура орбитальной группировки СРНС ГЛОНАСС.
2. Сигналы СРНС ГЛОНАСС. Принципы работы СРНС.
3. Особенности СРНС GPS.

### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-3 изложены в учебнике [2] на с. 66-86.

### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Основные характеристики и принцип работы СДН.
2. Возможности применения СДН для навигационного обеспечения военных подвижных объектов.
3. Способы организации спутниковой радиосвязи:
  - a) сеть;
  - b) направление;
  - c) направление, сеть;
  - d) обмен данными.
4. Основные элементы наземной станции спутниковой связи:
  - a) передатчик, приемник, дуплексер, блок управления антенной, аппаратура программного наведения антенны;
  - b) передатчик, приемник;
  - c) передатчик, приемник, аппаратура программного наведения антенны;
  - d) передатчик, приемник.

## **Тема 6. Навигационная аппаратура систем персональной спутниковой связи (СПСС)**

### ***Основные вопросы темы:***

1. Основы построения СПСС. Эксплуатация навигационной аппаратуры СРНС.
2. Работа с навигационными картами и программами СПСС.
3. Использование протоколов обмена навигационно-временной информацией между навигационной аппаратурой и компьютером.

### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-3 изложены в учебнике [2] на с. 41-66.

### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Состав и структура орбитальной группировки СРНС ГЛОНАСС.
2. Сигналы СРНС ГЛОНАСС. Принципы работы СРНС.
3. Особенности СРНС GPS.
4. Глобальная навигационная спутниковая система – это ...
  - a) комплекс программ, используемых для определения местоположения в любой точке земной поверхности с применением специальных навигационных или геодезических приемников;
  - b) приемопередающий комплекс с компьютером (банк данных о персональных терминалах) и коммутационным оборудованием для связи с телефонной сетью общего пользования (ТФОП);
  - c) спутниковые системы, используемые для определения местоположения в любой точке земной поверхности с применением специальных навигационных или геодезических приемников;
  - d) средство общения одной системы с другой.
5. К системам глобальной спутниковой навигации относятся:
  - a) GPS, ГЛОНАСС;
  - b) Galileo, Beidou;
  - c) QZSS, IRNSS;
  - d) GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou, QZSS, IRNSS.

## **Тема 7. Точность определения местоположения по сигналам СРНС**

### ***Основные вопросы темы:***

1. Методика оценки точности спутниковой навигации наземных подвижных объектов.
2. Повышение точности спутниковой навигации наземных подвижных объектов в дифференциальном режиме.
3. Помехозащищенность навигационной аппаратуры систем персональной спутниковой связи (СПСС).

### ***Рекомендации по изучению темы:***

Вопросы 1-3 изложены в учебнике [2] на с. 20-41.

### ***Вопросы для самоподготовки и задания***

1. Оперативная информация сообщения ГЛОНАСС.
2. Что влияет на точность спутниковой навигации наземных подвижных объектов.
3. Неоперативная информация сообщения ГЛОНАСС.
4. Особенности сообщения GPS.
5. ГЛОНАСС – это ...
  - a) совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства;
  - b) российская спутниковая система навигации;
  - c) китайская спутниковая система навигации;
  - d) спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84.
6. Система ГЛОНАСС предназначена ...
  - a) для оперативного глобального обеспечения неограниченного числа потребителей – наземного, морского, воздушного и космического базирования – навигационной информацией и сигналами точного времени;
  - b) для обмена данными;
  - c) для построения маршрута до пункта назначения;
  - d) для оперативного глобального обеспечения ограниченного числа потребителей – наземного, морского, воздушного и космического базирования – навигационной информацией и сигналами точного времени.

7. Система ГЛОНАСС состоит из:
  - a) подсистемы космических аппаратов (ПКА);
  - b) подсистемы контроля и управления (ПКУ);
  - c) подсистемы космических аппаратов (ПКА), подсистемы контроля и управления (ПКУ); навигационной аппаратуры потребителей (НАП);
  - d) навигационной аппаратуры потребителей (НАП).
8. Сообщения сигналов ГЛОНАСС с кодовым разделением имеют ...
  - a) цифровую структуру;
  - b) строковую структуру;
  - c) цифровую и строковую структуру;
  - d) логическую структуру.
9. Наземный комплекс управления ГЛОНАСС включает в себя:
  - a) центр управления системой (ЦУС ГЛОНАСС), контрольные станции (КС), центральный синхронизатор (ЦС);
  - b) центр управления системой (ЦУС ГЛОНАСС);
  - c) центр управления системой (ЦУС ГЛОНАСС), контрольные станции (КС);
  - d) центр управления системой (ЦУС ГЛОНАСС), центральный синхронизатор (ЦС).

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Лабораторная работа № 1. Расчет основных параметров спутниковых радионавигационных систем СРНС

Цель работы. Освоить порядок расчета уровня радионавигационного поля и Оценка радионавигационных и навигационных параметров СРНС.

Лабораторная работа № 2. Позиционирование в сетях связи с подвижными объектами (ССПО)

Цель работы. Освоить технологии определения местоположения подвижных объектов в ССПО и порядок расчета рабочих зон позиционирования.

Лабораторная работа № 3. Точность определения местоположения по сигналам СРНС

Цель работы. Изучить методику оценки точности спутниковой навигации наземных подвижных объектов.

Лабораторная работа № 4. Спутниковая навигация наземных подвижных объектов

в дифференциальном режиме

Цель работы. Освоить принцип работы дифференциальной подсистемы и изучить технические характеристики.

## **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

### **а) Список рекомендуемой литературы**

#### **основная**

1. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. - М.: 2007. - 260 с
2. Дятлов А.П. Системы спутниковой связи с подвижными объектами: Учебное пособие. Таганрог. ТРТУ. 2004. 95 с.

#### **дополнительная**

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Ю.А. Соловьев Системы спутниковой навигации. - М.: Эко-Трендз, 2000.

### **б) Программное обеспечение**

1. Мультимедийные средства: компьютер и проектор;
2. Мультимедийные технологии. MS Office, Internet Explorer.

### **в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:**

#### **1. Электронно-библиотечные системы:**

- 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
- 1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
- 1.3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.
- 1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

### **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Аудитории для проведения практические занятия, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения семинарских занятий оборудованы мультимедийным оборудованием. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной ин-формационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».