

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

Системы позиционирования подвижных  
объектов

*(наименование дисциплины (модуля))*

---

Уровень высшего образования  
специалитет

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

---

Направление подготовки / специальность  
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем  
*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

---

Направленность образовательной программы  
Системы подвижной цифровой защищенной связи  
*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

---

Форма обучения  
очная

*(очная / очно-заочная / заочная)*

---

Нижний Новгород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Системы позиционирования подвижных объектов» относится к дисциплинам обязательной части основной образовательной программы по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.40 «Системы позиционирования подвижных объектов» относится к обязательной части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-11.3. Способен использовать и реализовывать алгоритмы распределенной обработки информации и сигналов в целях обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи (СПЦЗС)	ОПК-11.3.1. Знает: - методы и алгоритмы распределенной обработки информации и сигналов в системах позиционирования подвижных объектов (СППО), используемых в целях обеспечения работоспособности и безопасности СПЦЗС	Знать: - общие сведения о системах позиционирования подвижных объектов; - принципы построения и функционирования наземных радионавигационных систем дальнего и ближнего действия, обеспечивающих безопасную работу СПЦЗС; - принципы построения и функционирования спутниковых радионавигационных систем, обеспечивающих безопасную работу СПЦЗС.	Собеседование
	ОПК-11.3.2. Умеет: - реализовывать алгоритмы распределенной обработки информации и сигналов в СППО, используемых в целях обеспечения работоспособности и безопасности СПЦЗС	Уметь: - реализовывать методы и алгоритмы измерения навигационных параметров, применяемые в радионавигационных системах; - реализовывать методы и алгоритмы определения местоположения подвижного объекта.	Собеседование
ПК-4. Способен проводить научные исследования	ПК-4.1. Знает: - национальные и международные стандарты, по СППО; - методы, способы, технические средства,	Знать: - требования Радионавигационного плана Российской Федерации; - основные характеристики СППО и требования, предъявляемые к ним; - основные понятия и термины теории	Собеседование

принципов и методов позиционирования подвижных объектов и реализовывать их в СПЦЗС	применяемые в СППО для определения местоположения подвижного объекта и скорости его движения	навигации; методы измерения расстояния, углового положения и скорости движения объекта в радионавигационных системах (РНС); - позиционные и автономные методы и средства навигации подвижных объектов; - примеры построения и функционирования РНС дальней и ближней навигации и систем посадки; - методы позиционирования подвижных объектов, используемые в спутниковых РНС (СРНС); - принципы формирования спутниковых радионавигационных сигналов на примере СРНС GPS и ГЛОНАСС; - принципы построения аппаратуры потребителей навигационной информации; - методы позиционирования подвижных объектов в системах мобильного радиосервиса.	
	ПК-4.2. Умеет: - проводить практические расчеты при обосновании при обосновании требований к СППО, используемых в СПЦЗС	Уметь: - проводить оценку точности определения местоположения подвижного объекта при использовании различных методов и средств местоопределения. - учитывать особенности распространения электромагнитных волн при решении задач радионавигации. - рассчитывать основные характеристики СППО, используемых в СПЦЗС.	Собеседование

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>	<b>___ ЗЕТ</b>	<b>___ ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>		
<b>в том числе</b>			
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b> - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>		
<b>самостоятельная работа</b>	<b>75</b>		
<b>КСР</b>	<b>1</b>		
<b>Промежуточная аттестация – экзамен/зачет</b>	<b>зачет</b>		

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Общие сведения о системах позиционирования подвижных объектов	14	4			4	10
2. Методы измерения навигационных параметров, применяемые в радионавигационных системах	14	4			4	10
3. Методы определения местоположения подвижного объекта.	20	6			6	14
4. Принципы построения и функционирования наземных радионавигационных систем дальнего и ближнего действия	25	8			8	17
5. Принципы построения и функционирования спутниковых радионавигационных систем	34	10			10	24
Итого:	107	32			32	75

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы;
- изучение пакетов прикладных программ позиционирования в системе GPS под ОС Android (Linux), ОС Windows;

- изучение пакетов прикладных программ позиционирования в системе ГЛОНАСС под ОС Android (Linux), ОС Windows.

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса или тестирования.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований.  Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые навыки	Продemonстрированы базовые навыки	Продemonстрированы навыки при решении	Продemonстрирован творческий подход к решению

	наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач
--	--	---	---	---	---	---	---------------------

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
<b>зачтено</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Понятие навигации, виды и методы навигации.	ОПК-11.3
2. Системы координат и времени, используемые в навигационных задачах.	ОПК-11.3
3. Назначение РНС, решаемые задачи и классификация.	ОПК-11.3
4. Основные характеристики РНС.	ОПК-11.3
5. Методы дальнометрии по времени запаздывания радиосигнала.	ОПК-11.3
6. Методы фазовой и частотной дальнометрии, применяемые в РНС.	ОПК-11.3
7. Принцип определения скорости движения объекта по частоте Доплера.	ПК-4
8. Характеристика радиопеленгаторных методов определения	ОПК-11.3

углового положения.	
9. Сущность радиомаячных методов определения углового положения.	ОПК-11.3
10. Позиционные методы определения местоположения объекта.	ОПК-11.3
11. Ошибки определения местоположения позиционными методами. Понятие зоны действия РНС.	ПК-4
12. Радиотехнические средства автономной навигации летательных аппаратов.	ОПК-11.3
13. Нерадиотехнические средства автономной навигации летательных аппаратов.	ОПК-11.3
14. Обзорно-сравнительный метод навигации.	ОПК-11.3
15. Реальная среда и механизмы распространения радиоволн.	ПК-4
16. Влияние поверхности Земли на распространение радиоволн.	ПК-4
17. Особенности распространения радиоволн различной длины в тропосфере и ионосфере Земли.	ПК-4
18. Общие принципы построения наземных радионавигационных систем дальней навигации.	ПК-4
19. Особенности построения и функционирования фазовых сверхдлинноволновых радионавигационных систем типа «Omega».	ПК-4
20. Особенности построения и функционирования импульсно-фазовых длинноволновых радионавигационных систем типа «Loran-C».	ПК-4
21. Принципы построения и функционирования РНС ближней навигации семейства VOR.	ПК-4
22. Принципы построения и функционирования РНС ближней навигации РСБН.	ПК-4
23. Характеристика системы измерения дальности DME и систем посадки типа ILS.	ПК-4
24. Назначение и структура современных спутниковых радионавигационных систем.	ОПК-11.3
25. Общие принципы и особенности построения СРНС 2-го поколения.	ОПК-11.3
26. Методы спутникового позиционирования подвижных объектов.	ОПК-11.3
27. Основные причины возникновения погрешностей навигационных определений в СРНС.	ПК-4
28. Необходимость и принципы формирования дальномерного кода в виде фазоманипулированной М-последовательности.	ПК-4
29. Принципы передачи, несущие частоты и временные характеристики дальномерных кодов и навигационных сообщений в СРНС GPS и СРНС ГЛОНАСС.	ПК-4
30. Принципы построения аппаратуры потребителей в СРНС.	ОПК-11.3
31. Сущность дифференциального метода повышения точности позиционирования, применяемого в современных навигационных системах.	ОПК-11.3
32. Методы позиционирования подвижных объектов в системах мобильного радиосервиса.	ОПК-11.3

### **5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-11.3**

### **5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-4**

Отмеченные выше типовые задания 5.2.2. и 5.2.3. формируются в соответствии с контрольными вопросами 5.2.1., например, путем проведения тестирования обучаемых. Пример теста приведен в приложении 1.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Авиационная радионавигация: Справочник. А. А. Сосновский, И. А. Хаймович и др.; Под ред. А. А. Сосновского. - М.: Транспорт, 1990.
2. Бакулев П. А., Сосновский А. А. Радионавигационные системы. Учебник для вузов. — М.: Радиотехника, 2005.
3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Радиотехника, 2010.
4. Яценков В. С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. - М: Горячая линия-Телеком, 2005.
4. Радионавигационный план Российской Федерации. В редакции приказа Минпромторга России от 4 сентября 2019 г. № 3296.
5. Баженов А.В. Радионавигационные системы. Учебное пособие. Под ред. А.В. Баженова — Ставрополь: СВВАИУ(ВИ), 2007.
6. Беляевский Л. С., Новиков В. С., Олянюк П. В. Основы радионавигации: Учебник для вузов гражд. авиации. — М.: Транспорт, 1982.

б) дополнительная литература:

1. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П., Иванцев Н.В. и др. – Сетевые спутниковые радионавигационные системы / Под ред. В.С. Шебшаевича – М.: Радио и связь, 1993.
2. Монаков А. А. Теоретические основы радионавигации: Учеб. Пособие / СПбГУАП. СПб., 2002.
3. Селиванова Л.М. Инерциальные навигационные системы: учеб. пособие. — Ч. 1:
4. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. . / Под ред. Я. Д. Ширмана. - М.: Радиотехника, 2007.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 30.12.2015 N 431-ФЗ (последняя редакция)  
(интернет-ресурс: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_191496/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191496/)).
2. Интерфейсный контрольный документ (ред. 5.1) российский научно-исследовательский институт космического приборостроения (2008).  
(интернет-ресурс: <http://russianspacesystems.ru/bussines/navigation/glonass/interfeysnyy-kontrolnyy-dokument/>)
3. Интерфейсный контрольный документ (ред. 1.0) М.2016. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L1



(интернет-ресурс: <http://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2016/08/IKD-L1-s-kod.-razd.-Red-1.0-2016.pdf>).

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор (ы) \_\_\_\_\_ И.Н. Карельский

Заведующий кафедрой «Безопасность информационных систем» \_\_\_\_\_ Л.Ю. Ротков

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.

## Приложение 1

- 1. С помощью навигационных средств находят** а) координаты навигационных точек. б) координаты начального и конечного пункта движения. в) прокладывают оптимальный маршрут движения.
- 2. Линия положения определяет** а) возможное местоположение опорной навигационной точки.  
б) возможное местоположение объекта навигации. в) возможную траекторию движения потребителя навигационной информации.
- 3. В РНС «LORAN» реализован(ы)**  
а) фазовый разностно-дальномерный метод определения местоположения. б) импульсный разностно-дальномерный метод определения местоположения. в) оба метода (а и б).
- 4. Дальностью действия РНС является**  
а) максимальная дальность обнаружения навигационного сигнала без учета погрешности измерения координат. б) максимальная дальность обнаружения навигационного сигнала при допустимой погрешности измерения координат. в) дальность обнаружения навигационного сигнала, обеспечивающая измерение линии положения в виде окружности.
- 5. При реализации активного частотного метода измерения дальности первичному измерению подлежат** а) текущая частота излучаемого сигнала и частота Доплера в составе отраженного сигнала.  
б) частоты Доплера в составе отраженного сигнала. в) текущие значения частот излучаемого и принимаемого отраженного сигналов.
- 6. Чему равна ошибка измерения высоты полета самолета импульсным радиовысотомером, использующим простой радиоимпульс с эффективной шириной спектра 15 МГц, если параметр обнаружения  $q=1$ .** а) 100 м б) 3 м в) 10 м
- 7. Баровысотомер ЛА предназначен для измерения**  
а) абсолютной высоты ЛА; б) истинной высоты ЛА; в) относительной высоты ЛА.
- 8. Чему будет равна ошибка измерения расстояния до спутника с помощью GPS – навигатора, если средняя квадратическая погрешность измерения времени запаздывания навигационного сигнала составляет 0,05 мкс?** а) 10 м б) 7,5 м в) 15 м
- 9. Основной причиной возникновения ионосферной составляющей погрешности измерений в СРНС является** а) явление дифракции радиоволн на неоднородностях ионосферы. б) явление рефракции радиоволн при прохождении ионосферных слоев. в) изменение концентрации свободных электронов в ионосфере в дневное и ночное время.
- 10. Ошибка определения местоположения в РНС «ОМЕГА» и РНС «Лоран» в основном определяется** а) нестабильностью фазовой скорости на пути распространения радиоволн. б) неоднозначностью фазовых измерений. в) интерференцией между поверхностной и ионосферной волной.
- 11. Дифференциальный (траверсный) метод спутниковой навигации предполагает измерение** а) относительной скорости движения спутника. б) параметров траверсы; в) частоты Доплера сигнала, излучаемого спутником.
- 12. Процесс поиска навигационного сигнала в аппаратуре потребителя заключается** а) в определении диапазона возможных изменений времени запаздывания и частоты Доплера спутникового сигнала. б) в обнаружении сигнала, превысившего заданный порог обнаружения. в) в обнаружении сигнала, превысившего заданный порог обнаружения и грубом измерении параметров (времени запаздывания и частоты Доплера).
- 13. Основной причиной ошибки определения местоположения объекта дальномерным методом в СРНС является** а) влияние условий распространения навигационного радиосигнала в реальной среде атмосферы Земли. б) меньшая стабильность частоты эталонного генератора НС по отношению к стабильности частоты системного эталонного

генератора СРНС. в) меньшая стабильность частоты опорного эталонного генератора аппаратуры потребителя по отношению к стабильности частоты эталонного генератора НС.