

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Современные системы дальней ДКМ связи

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Современные системы дальней ДКМ связи относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен проводить математическое и компьютерное моделирования, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	<p>ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники</p> <p>ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</p> <p>ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств</p> <p>ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</p>	<p>ПК-2.1: Информированность обучающихся об особенностях распространения радиоволн ДКМВ диапазона, устройстве и принципах работы современных систем дальней ДКМВ радиосвязи; ознакомленность с применяемыми в настоящее время радиостанциями дальней радиосвязи на воздушных судах.</p> <p>ПК-2.2: -</p> <p>ПК-2.3: -</p> <p>ПК-2.4: -</p>	Опрос	Зачёт: Задания

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>Зачёт</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Основные характеристики ионосферы; процессы в ионосфере, влияющие на распространение декаметровых волн	4		2	2	2
Тема 2. Нелинейные явления и неустойчивости в неоднородной ионосфере, определяющие особенности работы ДКМВ радиостанций	4		2	2	2
Тема 3. Представление радиосигналов в ионосферном радиосвязном канале	4		2	2	2
Тема 4. Явление замираний в ионосферном радиосвязном канале	4		2	2	2
Тема 5. Влияние нестационарных неоднородностей на ДКМВ радиосвязь	4		2	2	2
Тема 6. Современные методы исследования ионосферных неоднородностей, используемые для повышения качества ДКМВ радиосвязи	4		2	2	2
Тема 7. Прикладные характеристики радиосвязи в ДКМВ ионосферных каналах	4		2	2	2
Тема 8. Радиосистемы исследования и мониторинга ионосферных каналов связи	4		2	2	2
Тема 9. Характеристики радиоканалов земля-спутник, проходящих через неоднородную ионосферу	4		2	2	2
Тема 10. Проблемы воздушной связи в ДКМВ диапазоне	5		2	2	3
Тема 11. Принципы реализации системы адаптивной воздушной связи	5		2	2	3
Тема 12. Стандарты ДКМВ радиосвязи	5		2	2	3

Тема 13. Модемы для системы адаптивной воздушной связи	5		2	2	3
Тема 14. Стандарт ALE (Automatic link establishment) для установления и поддержания цифрового канала связи в ДКМВ диапазоне	5		2	2	3
Тема 15. Протокол автоматического перезапроса (ARQ - automatic replay request)	5		2	2	3
Тема 16. Тестирование работы ДКМВ радиостанций	5		2	2	3
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

### Содержание разделов и тем дисциплины

-

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

##### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Вопрос 1. Основные характеристики ионосферы.

Вопрос 2. Нелинейные явления в неоднородной ионосфере.

Вопрос 3. Представление радиосигналов в ионосферном радиосвязном канале.

Вопрос 4. Явление замираний в ионосферном радиосвязном канале.

Вопрос 5. Влияние нестационарных неоднородностей на ДКМВ радиосвязь.

Вопрос 6. Современные методы исследования ионосферы.

Вопрос 7. Прикладные характеристики радиосвязи в ДКМВ ионосферных каналах.

Вопрос 8. Радиосистемы исследования и мониторинга ионосферных каналов связи

### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; Допускаются неполнота или непоследовательность раскрытия содержания материала, а также затруднения или небольшие ошибки в определении понятий и использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя.
не зачтено	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; не сформированы компетенции, умения и навыки.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	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. Ошибок нет.	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	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

			все задания, но не в полном объеме	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	в полном объеме, но некоторые с недочетами	и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

Вопрос 1. Характеристики радиоканалов земля-спутник, проходящих через неоднородную ионосферу.

Вопрос 2. Проблемы воздушной связи в ДКМВ диапазоне.

Вопрос 3. Принципы реализации системы адаптивной воздушной связи.

Вопрос 4. Стандарты ДКМВ радиосвязи.

Вопрос 5. Модемы для системы адаптивной воздушной связи.

Вопрос 6. Стандарт ALE для установления и поддержания цифрового канала связи в ДКМВ диапазоне.

Вопрос 7. Протокол автоматического перезапроса ARQ.

Вопрос 8. Тестирование работы ДКМВ радиостанций.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; Допускаются неполнота или непоследовательность раскрытия содержания материала, а также затруднения или небольшие ошибки в определении понятий и использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя при устном ответе.
не зачтено	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя при устном ответе; не сформированы компетенции, умения и навыки.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Марков Григорий Тимофеевич. Антенны : [учеб. для радиотехн. специальностей вузов]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Энергия, 1975. - 528 с. : ил. - 1.18., 3 экз.
2. Калинин А. В. Основы теории распространения радиоволн : учебное пособие / Калинин А. В., Яшнов В. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2022. - 79 с. - Рекомендовано Учёным советом радиофизического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по специальностям 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» и направлениям подготовки 03.04.03 «Радиофизика» (магистратура), 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (бакалавриат). - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=867935&idb=0>.
3. Кравцов Юрий Александрович. Геометрическая оптика неоднородных сред. - М. : Наука, 1980. -

304 с. : ил. - 3.30., 2 экз.

4. Гершман Борис Николаевич. Динамика ионосферной плазмы. - М. : Наука, 1974. - 256 с. - 1.22., 7 экз.
5. Фейнберг Евгений Львович. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности / РАН, Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева. - 2-е изд. - М. : Наука : Физматлит, 1999. - 496 с. - 50.00., 1 экз.
6. Черный Фишель Беркович. Распространение радиоволн. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Советское радио, 1972. - 463 с. : черт. - 1.29., 2 экз.
7. Грудинская Галина Петровна. Распространение радиоволн : [учеб. пособие для радиотехн. вузов и фак.]. - М. : Высшая школа, 1967. - 244 с. : черт. - 0.68., 2 экз.
8. Распространение радиоволн : [учебник] / под ред. О. И. Яковлева. - М. : ЛЕНАНД, 2009. - 496 с. - ISBN 978-5-9710-0183-6 : 353.00., 10 экз.
9. Гершман Борис Николаевич. Волновые явления в ионосфере и космической плазме. - М. : Наука, 1984. - 392 с. : ил. - 4.60., 27 экз.
10. Дэвис К. Радиоволны в ионосфере / пер. с англ. И. В. Ковалевского и А. П. Кропоткина ; под ред. А. А. Корчака. - М. : Мир, 1973. - 502 с. : ил. - 50.00., 3 экз.
11. Фролов Владимир Леонтьевич. Искусственная турбулентность среднеширотной ионосферы : монография / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 468 с. - ISBN 978-5-91326-355-1 : 980.39., 2 экз.
12. Коротковолновые антенны / под общ. ред. Г. З. Айзенберга. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1985. - 535 с. : ил. - 2.40., 2 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Айзенберг Григорий Захарович. Антенны УКВ : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. Г. З. Айзенберга. - М. : Связь, 1977. - 381 с. : ил. - 1.58., 3 экз.
2. Айзенберг Григорий Захарович. Антенны УКВ : в 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред. Г. З. Айзенберга. - М. : Связь, 1977. - 288 с. : ил. - 1.30., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), 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 направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.



Автор(ы): Шиндин Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук  
Выборнов Федор Иванович, доктор физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Яшнов Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Калинин Андрей Владимирович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.