

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 4 от 26.04.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Протоколы систем космической связи

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

09.04.02 - Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы

Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Протоколы систем космической 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
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1: Знать: принципы сбора, отбора и обобщения информации, методы системного и критического анализа; методика разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>УК-1.2: Уметь: соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.</p> <p>УК-1.3: Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>	<p>УК-1.1: Знать принципы разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области применения протоколов систем космической связи</p> <p>УК-1.2: Уметь систематизировать знания о системах спутниковой связи</p> <p>УК-1.3: Владеть терминологией структур уровней и плоскостей, входящих в различные модели протоколов систем связи</p>	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-13: Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности	ПК-13.1: Знает: современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки	ПК-13.1: Знать основные определения по тематике спутниковой связи, классификацию систем космической связи, уровни протоколов СКС, знать	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования, программное обеспечение, операционные системы, сетевые технологии	программирования и программное обеспечение ПК-13.2: Умеет: проводить разработку алгоритмического и программного обеспечения в области информационных технологий в научных исследованиях ПК-13.3: Имеет: практический опыт владения существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, опыт работы с научными источниками	основные характеристики каналов связи ПК-13.2: Уметь разрабатывать программное обеспечение для протоколов спутниковой связи различных уровней ПК-13.3: Иметь навык работы с оборудованием спутниковой связи и разрабатывать для него прикладное ПО цифровой обработки сигналов		
---	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	76
Промежуточная аттестация	54 Экзамен

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
1 Введение	7	1	2	3	4

2 Классификация систем космической связи	0	0	0	0	0
2.1 Классификация СКС по орбитам	7	1	2	3	4
2.2 Классификация СКС по мобильности абонентов	9	1	2	3	6
2.3 Классификация СКС по структуре сети	9	1	2	3	6
2.4 Классификация по типу оборудования космического сегмента	9	1	2	3	6
3 Каналы распространения радиосигналов	0	0	0	0	0
3.1 БЗС-КА	9	1	2	3	6
3.2 КА-КА	9	1	2	3	6
3.3 КА-АЗС	9	1	2	3	6
4 Плоскости протоколов СКС	0	0	0	0	0
4.1 Плоскость управления	5.5	0.5	1	1.5	4
4.2 Плоскость целевого применения	5.5	0.5	1	1.5	4
5 Уровни протоколов СКС	0	0	0	0	0
5.1 Физический уровень	7	1	2	3	4
5.2 Канальный уровень	7	1	2	3	4
5.3 Сетевой уровень	7	1	2	3	4
5.4 Транспортный уровень	8	1	3	4	4
5.5 Прикладной уровень	8	1	3	4	4
6 Примеры СКС	7	1	2	3	4
7 Заключение	1	1	0	1	0
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	180	16	32	50	76

Содержание разделов и тем дисциплины

- 1 Введение в тематику систем космической связи
- 2 Классификация систем космической связи
 - 2.1 Классификация СКС по орбитам
 - 2.2 Классификация СКС по мобильности абонентов
 - 2.3 Классификация СКС по структуре сети
 - 2.4 Классификация по типу оборудования космического сегмента
- 3 Каналы распространения радиосигналов
 - 3.1 БЗС-КА
 - 3.2 КА-КА
 - 3.3 КА-АЗС
- 4 Плоскости протоколов СКС
 - 4.1 Плоскость управления
 - 4.2 Плоскость целевого применения
- 5 Уровни протоколов СКС
 - 5.1 Физический уровень
 - 5.2 Канальный уровень
 - 5.3 Сетевой уровень
 - 5.4 Транспортный уровень
 - 5.5 Прикладной уровень
- 6 Примеры СКС

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 - 48 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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Разработать систему обмена сообщениями на различных уровнях протоколов систем космической связи, используя специальное оборудование - станцию космической связи "Завиток - М".

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

Разработать программное обеспечение для различных уровней протоколов спутниковой связи:

- физический уровень (лабораторная работа №1)
- канальный уровень (лабораторная работа №2)
- сетевой уровень (лабораторная работа №3)
- транспортный уровень (лабораторная работа №4)
- прикладной уровень (лабораторная работа №5)

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все лабораторные работы, сданы отчеты по лабораторным работам, студент продемонстрировал хорошее владение теоретическим и практическим материалом, дал развернутые ответы на дополнительные вопросы по работе.

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или сданы не все отчеты по лабораторным работам, студент не продемонстрировал владение теоретическим или практическим материалом, не дал развернутые ответы на дополнительные вопросы.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора 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 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 отдельным и 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 базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

- 1 Классификация СКС по орбитам
- 2 Классификация СКС по мобильности абонентов
- 3 Классификация СКС по структуре сети
- 4 Классификация СКС по типу оборудования космического сегмента
5. Пояснить основные определения спутниковой связи: БЗС, АЗС, КС
6. Зона видимости, покрытия, обслуживания, подспутниковая точка.
7. Дать определения параметров ЗС: центрального угла, угла места, азимута, наклонной дальности.
8. Дать характеристику каналам распространения радиосигналов (БЗС-КА, КА-КА, КА-АЗС)

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-13

1. Особенности эллиптической орбиты, её основные параметры.
2. Протоколы управления СКС
3. Протоколы целевого применения СКС
4. Протокол физического канала передачи данных посредством спутниковой связи
5. Протокол канального уровня системы спутниковой связи
6. Протокол сетевого уровня СКС
7. Протоколы транспортного уровня СКС
8. Протоколы прикладного уровня СКС
9. Примеры СКС (на низких орбитах, на ГСО)

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

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

Основная литература:

1. Бабин Н. Н. Системы подвижной спутниковой связи : учебное пособие / Бабин Н. Н., Воробьев О. В., Павлова Г. Г. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. - 99 с. - Книга из коллекции СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829940&idb=0>.
2. Сухорукова И. Ю. Учебно-методическое пособие по дисциплине Проектирование цифровых систем спутниковой связи / Сухорукова И. Ю., Тарасов С. С. - Москва : МТУСИ, 2021. - 34 с. - Книга из коллекции МТУСИ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800751&idb=0>.
3. Линец Г. И. Спутниковые и радиорелейные системы передачи: Ч. 1 : учебное пособие. Направление подготовки 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Профиль подготовки «Сети связи и системы коммутации». Бакалавриат. Ч. 1. Спутниковые и радиорелейные системы передачи: Ч. 1 / Линец Г. И., Велигоша А. В. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 215 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СКФУ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=731328&idb=0>.
4. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее / Кулк К.И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2015., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=656205&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Жуков Вадим Геннадьевич. Безопасность вычислительных сетей. Ч. I. Базовые протоколы стека TCP/IP : Учебное пособие / Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2012. - 124 с. - ВО - Бакалавриат., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=615001&idb=0>.
2. Малютин А. Г. Базовые протоколы стека TCP/IP : учебно-методическое пособие для самостоятельной работы / Малютин А. Г. - Омск : ОмГУПС, 2021. - 36 с. - Утверждено методическим советом университета. - Книга из коллекции ОмГУПС - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828143&idb=0>.

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

ПО станции космической связи "Завиток-М"

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: в том числе,

—высокотехнологичным оборудованием: станция приема и управления спутниками "Завиток-М"; радиочастотное оборудование, включая усилители, генераторы сигналов, источники тока, технологическое оборудование, включая термостол, паяльные станции, настольные лупы и стереоскопический микроскоп; средства измерения, включая детекторы, осциллографы, мультиметры, анализаторы спектра;

–вычислительными ресурсами: современными компьютерами и 3 мобильными рабочими местами на базе современных ПК;
–специализированным прикладным программным обеспечением: программное обеспечение ТМПО-Pro ViLab обработки данных, используется для обработки данных измерений, параметров антенн, генерации и анализа графиков;
–офисным и мультимедийным оборудованием, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Перечисленное оборудование входит в состав Учебно-лабораторного интерактивного комплекса систем космической связи для проведения занятий для студентов при обучении созданию автоматизированных измерительных систем на основе интерактивного управления программируемыми средствами измерения, систем обработки сигналов, проектированию оборудования космических систем связи, измерениям параметров радиотехнических систем, а также для проведения практических занятий, предусмотренных программой.

Специальное образовательное пространство (СОП) Учебно-лабораторный интерактивный комплекс систем космической связи (уч. корп.3, ауд. 511, 516) создано научно-образовательным отделением космической связи ПИШ ННГУ и утверждено приказом ННГУ №06.49-04-0669/23 от 29.12.2023 г. для реализации образовательных программ (ОП) ПИШ ННГУ, в том числе, ОП «Информационные технологии в системах космической связи и дистанционного зондирования Земли» направления подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии», разработанной с целью исполнения Программы развития ПИШ ННГУ в рамках федерального проекта Минобрнауки России "Передовые инженерные школы" государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" (<https://analytics.engineers2030.ru/schools/unn>).

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.04.02 - Информационные системы и технологии.

Автор(ы): Минеев Сергей Алексеевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 15.04.2024, протокол № б/н.