

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 ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021г. № 1

Рабочая программа дисциплины

Измерения в телекоммуникационных системах

Уровень высшего образования
Специалитет

Направление подготовки / специальность
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность образовательной программы
Системы подвижной цифровой защищенной связи

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.28 Измерения в телекоммуникационных системах относится к обязательной части ООП специальности 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

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	
<p><i>ОПК-12: Способен формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов</i></p>	<p><i>ОПК-12.1: Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - физические явления и эффекты, используемые при обработке, хранении, передаче и уничтожении информации - принципы и основные этапы математического и имитационного моделирования систем и сетей телекоммуникаций - типовые модели систем и сетей телекоммуникаций - общие принципы формализации процессов функционирования систем и сетей телекоммуникаций - номенклатуру параметров, измеряемых в телекоммуникационных системах <p><i>ОПК-12.2: Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать и применять физические явления и эффекты для решения практических задач обеспечения информационной безопасности - разрабатывать математические и имитационные модели систем и сетей телекоммуникаций, проводить расчет и анализ их характеристик - проводить расчет и анализ показателей качества функционирования исследуемых систем и сетей телекоммуникаций - определять возможности применения и применять аппарат математической статистики для постановки и решения прикладных задач <p><i>ОПК-12.3: Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения 	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - физические явления и эффекты, используемые при обработке, хранении, передаче и уничтожении информации - принципы и основные этапы математического и имитационного моделирования систем и сетей телекоммуникаций - типовые модели систем и сетей телекоммуникаций - общие принципы формализации процессов функционирования систем и сетей телекоммуникаций - номенклатуру параметров, измеряемых в телекоммуникационных системах <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать и применять физические явления и эффекты для решения практических задач обеспечения информационной безопасности - разрабатывать математические и имитационные модели систем и сетей телекоммуникаций, проводить расчет и анализ их характеристик - проводить расчет и анализ показателей качества функционирования исследуемых систем и сетей телекоммуникаций - определять возможности применения и применять аппарат математической статистики для постановки 	<p><i>Комплект задач и тестов</i></p>

	<i>физического эксперимента и обработки его результатов - навыком имитационного моделирования функционирования систем и сетей телекоммуникаций</i>	<i>и решения прикладных задач Владеть: - навыки проведения физического эксперимента и обработки его результатов - навыки имитационного моделирования функционирования систем и сетей телекоммуникаций</i>	
<i>ОПК-15: Способен проводить инструментальный мониторинг качества обслуживания и анализ защищенности информации от несанкционированного доступа в телекоммуникационных системах и сетях в целях управления их функционированием</i>	<i>ОПК-15.1: Знает: - методики измерения и оценки параметров в телекоммуникационных системах ОПК-15.2: Умеет: - проводить измерения в спектральной и временной области - анализировать пропускную способность и предельную нагрузку сети связи - анализировать параметры передачи кадров при прохождении по каналам связи - проверять достижимость абонентов сети связи - выявлять трафик сетевых атак</i>	<i>Знать: - методики измерения и оценки параметров в телекоммуникационных системах Уметь: - проводить измерения в спектральной и временной области - анализировать пропускную способность и предельную нагрузку сети связи Владеть: - навыками анализа параметров передачи кадров при прохождении по каналам связи - навыками определения достижимость абонентов сети связи - навыками выявления трафик сетевых атак</i>	<i>Комплект задач и тестов</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная	
Общая трудоемкость	4	
Часов по учебному плану	144	
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа)		
- занятия лекционного типа	32	
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	
- КСР	2	
самостоятельная работа	33	
Промежуточная аттестация	45	
	экзамен	

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе										Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них											
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Всего							
	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная		
Основные понятия метрологии	12	12	4	4	4	4	0	0	8	8	4	4		
Современные телекоммуникационные сети	12	12	4	4	4	4	0	0	8	8	4	4		
Проблема измерений в ТКС	7	7	2	2	2	2	0	0	4	4	3	3		
Ошибки измерений. Систематическая и случайная погрешности	18	18	6	6	6	6	0	0	12	12	6	6		
Измерение напряжения и силы тока	6	6	2	2	2	2	0	0	4	4	2	2		
Назначение, возможности и проблемы цифровых осциллографов. Режимы запуска осциллографов	12	12	4	4	4	4	0	0	8	8	4	4		
Классификация измерительных пробников. Компенсация пробников.	6	6	2	2	2	2	0	0	4	4	2	2		
СВЧ тракты как направляющие системы. Длинные линии.	6	6	2	2	2	2	0	0	4	4	2	2		
Матрица рассеяния четырёхполюсников. Измерение её параметров.	6	6	2	2	2	2	0	0	4	4	2	2		
Проблемы и методы заземления ВЧ устройств	6	6	2	2	2	2	0	0	4	4	2	2		
Джиттер, его виды, причины возникновения, цель измерения. Измеряемые параметры джиттера	6	6	2	2	2	2	0	0	4	4	2	2		
Аттестация	45	45												
КСР	2	2							2	2				

Итого	144	144	32	32	32	32	0	0	66	66	33	33
-------	-----	-----	----	----	----	----	---	---	----	----	----	----

Практические занятия (семинарские 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.

Практическая подготовка предусматривает:

Практики реализуются в дискретной форме: – путем чередования периодов времени для проведения практики и учебного времени для проведения теоретических занятий. Практики организованы в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ связанных с будущей профессиональной деятельностью в объеме, определенном в программах соответствующих практик.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 32 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Научно-исследовательская работа в области 06 - "Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере разработки и обеспечения функционирования сетей электросвязи, средств и систем обеспечения защиты от несанкционированного доступа сетей электросвязи и циркулирующей в них информации)" - с целью:

- (1) сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности телекоммуникационных систем, выработки предложений по вопросам комплексного обеспечения информационной безопасности таких систем;
- (2) изучения, анализа и обобщения опыта работы учреждений, организаций и предприятий по использованию технических средств и способов защиты информации в телекоммуникационных системах для обеспечения требуемого качества обслуживания, повышения эффективности и совершенствования работ по ее защите;
- (3) исследования механизмов обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем, сетей и устройств, технических и программно-аппаратных средств защиты информации;
- (4) определение требований по защите информации, анализ защищенности телекоммуникационных систем и оценка рисков нарушения их информационной безопасности;
- (5) определения требований по защите информации, анализ защищенности телекоммуникационных систем и оценка рисков нарушения их информационной безопасности.

- компетенций:

ОПК-12. Способен формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов

ОПК-15. Способен проводить инструментальный мониторинг качества обслуживания и анализ защищенности информации от несанкционированного доступа в телекоммуникационных системах и сетях в целях управления их функционированием

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Измерения в телекоммуникационных системах" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8480>).

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						
	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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

	вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . 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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки 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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	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»
	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»
	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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

(согласно оценочным средствам табл.2)

1. Среда передачи данных – это
 - а) физическая среда (кабель, ВОЛС, радиорелейные линии и т.п.)
 - б) аппаратура формирования сигналов
 - в) набор протоколов передачи информации
 - г) комплекс устройств, обеспечивающих передачу, и физическая среда
2. Аппаратура цифрового каналообразования (выберите верные утверждения)
 - а) осуществляет ИКМ
 - б) создаёт основные цифровые каналы (ОЦК)
 - в) мультиплексирует цифровые потоки абонентов
 - г) объединяет ОЦК в первичный групповой сигнал
3. Какова скорость передачи данных в основном цифровом канале (ОЦК)
 - а) 16 кбит/с
 - б) 64 кбит/с
 - в) 512 кбит/с
 - г) 1 Мбит/с
4. Сколько ОЦК объединено в первичном групповом сигнале
 - а) 15
 - б) 30
 - в) 32
 - г) 64
5. Потоком Е1 называют
 - а) первичный групповой сигнал
 - б) основной цифровой канал
 - в) данные канального уровня Ethernet
 - г) данные, передаваемые по ВОЛС
6. Какую скорость передачи данных обеспечивает первичный групповой сигнал
 - а) 64 кбит/с
 - б) 512 кбит/с
 - в) 1 Мбит/с
 - г) 2048 кбит/с
7. Укажите основное оборудование линейных трактов
 - а) линии передачи
 - б) усилители
 - в) выпрямители нелинейных сигналов
 - г) регенераторы
8. Выберите верное утверждение про сети с плездохронной цифровой иерархией (ПЦИ)
 - а) позволяют передавать сообщения с произвольными скоростями
 - б) имеют типовые номиналы скоростей, но не охвачены синхронизацией
 - в) охвачены единой системой синхронизации
 - г) могут функционировать только в ВОЛС
9. Биты стаффинга - это
 - а) биты, которые вставляют в передаваемые данные для контроля чётности
 - б) биты, передаваемые в служебном канальном интервале KI_0 , сигнализирующие о наличии ошибок
 - в) биты, передаваемые в служебном канальном интервале KI_{16} , используемые для синхронизации
 - г) биты, добавляемые для выравнивания скоростей потоков данных
10. К внутренним причинам ошибок в каналах связи относятся (укажите все варианты)
 - а) дрейф в системе внутренней синхронизации устройства
 - б) перекрестные помехи в цепях устройств
 - в) импульсные шумы в канале связи
 - г) механические повреждения, воздействие вибрации, плохие контакты
11. К внешним причинам ошибок в каналах связи относятся (укажите все варианты)
 - а) дрейф в системе внутренней синхронизации устройства
 - б) перекрестные помехи в цепях устройств
 - в) импульсные шумы в канале связи
 - г) механические повреждения, воздействие вибрации, плохие контакты
12. К основным параметрам, измеряемым в бинарном цифровом канале, в частности, относятся (укажите все варианты)
 - а) availability seconds – время готовности канала
 - б) BER, bit error rate – частота битовых ошибок
 - в) clock slip – число тактовых проскальзываний
 - г) several errors seconds – продолжительность многократного поражения ошибками
13. Предаварийным состоянием канала связи является вероятность ошибки
 - а) $P_{err} < 10^{-9}$
 - б) $10^{-9} < P_{err} < 10^{-6}$
 - в) $10^{-6} < P_{err} < 10^{-3}$

- г) $P_{\text{err}} > 10^{-3}$
14. Чтобы сколь-либо достоверно оценить вероятность ошибки $P_{\text{err}} \sim 10^{-9}$ необходимо передать тестовую последовательность длиной не менее
- 10^3 бит
 - $2 \cdot 10^6$ бит
 - $5 \cdot 10^9$ бит
 - $2 \cdot 10^{12}$ бит
15. Выберите верные утверждения про вещественные физические величины
- только такие величины могут быть выражены действительными числами
 - характеризуют процессы передачи энергии
 - характеризуют свойства веществ и материалов
 - характеризуют протекание процесса во времени
16. Шкала Бофорта для измерения силы ветра является шкалой
- наименований
 - порядка
 - интервалов
 - отношений
17. Если силу тока измеряют с помощью датчика Холла, то эффект Холла является
- методом измерения
 - средством измерения
 - принципом измерения
 - объектом измерения
18. Если деформацию измеряют с помощью тензодатчика, то пьезоэлектрический эффект является
- средством измерения
 - принципом измерения
 - методом измерения
 - объектом измерения
19. На весах с нечитаемой шкалой стояла гиря неизвестного веса. Чтобы узнать вес гири, некто подобрал такую гирю из набора гирь с известными массами, чтобы стрелка оказалась в том же положении. Какой метод измерения был использован?
- дифференциальный
 - нулевой
 - замещения
 - совпадения
20. Надписи на резисторе стёрлись. Чтобы узнать сопротивление резистора, некто измерил его с помощью мультиметра. Какой метод измерения был использован?
- дифференциальный
 - совпадения
 - замещения
 - непосредственной оценки
21. Чтобы узнать напряжение на участке цепи, некто измерил сопротивление участка и силу тока. Измерение напряжения таким образом является
- совместным
 - прямым
 - совокупным
 - косвенным
22. Некто измерил коэффициент передачи четырёхполюсника (ЧП), подавая на его вход сигналы разной частоты и измеряя изменение амплитуды и сдвиг фазы на выходе ЧП. Эти измерения являются
- совместным
 - прямым
 - совокупным
 - косвенным
23. Для вольтметра, работающего в диапазоне измерений 0—30 В, класс точности 2,0 определяет, что указанная погрешность при положении стрелки в любом месте шкалы не превышает
- 2 В
 - 6 В
 - 0.2 В
 - 0.6 В
24. Для вольтметра, работающего в диапазоне измерений 0—50 В, класс точности 0,5 определяет, что указанная погрешность при положении стрелки в любом месте шкалы не превышает
- 0.5 В
 - 0.25 В
 - 5 В
 - 1 В
25. Действительное значение физической величины (ФВ) – это
- истинное значение ФВ
 - измеренное значение ФВ
 - реальная часть результата измерения ФВ
 - измеренное значение ФВ, точность измерений которой приемлемо в конкретной задаче
26. Систематическая погрешность **не** бывает
- методической
 - переменной
 - постоянной
 - случайной
27. Неисправленные результаты измерений – это
- результат, полученный при наличии систематической погрешности
 - результаты измерений неисправным средством измерения (СИ)
 - статистически недостоверный результат измерений
 - результаты измерений до проведения усреднения

40. Пробники плохо передают высокочастотное напряжение, в первую очередь, из-за
- а) наличия паразитной ёмкости между проводами
 - б) наличия паразитной индуктивности в проводниках пробника
 - в) наличия паразитной индуктивности в «земляном» проводе пробника
 - г) взаимодействия паразитной ёмкости и индуктивности
41. Активные пробники напряжения нужны для
- а) подачи напряжения на измеряемую цепь
 - б) усиления измеряемого напряжения
 - в) уменьшения влияния ёмкости пробника и увеличения входного сопротивления
 - г) заземления осциллографа
42. Гальваническая развязка в пробниках реализуется посредством (укажите все варианты)
- а) дифференциального усилителя
 - б) оптопары
 - в) эмиттерного повторителя
 - г) трансформаторной связи

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

а) основная литература:

1. И.И.Власов, Э.В.Новиков, М.М.Птичников, Д.В.Сладких. Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM. — Горячая Линия - Телеком, 2014.
2. С.И.Боридько, Н.В.Дементьев, Б.И.Тихонов, И.А.Ходжаев. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. — Горячая Линия - Телеком, 2012.
3. Астайкин А.И., Помазков А.П., Щербак Ю.П. Метрология и радиоизмерения. - Саров, 2010.
4. Хамадулин Э.Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах. - М.:Юрайт, 2009.
5. Бакланов И.Г. Методы измерений в системах связи. — М: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1999.
6. Канаков В.А. Измерения в цифровых каналах передачи информации / Курс лекций – Н.Новгород, ННГУ, 2006.

б) дополнительная литература:

1. Орлов И.Я. Радиофизические методы измерений. – Горький, ННГУ, 1985
2. Галкин А. П., Эмдин В.С. Защита технических каналов связи предприятий и учреждений от несанкционированного доступа к информации. <http://dvo.sut.ru/libr/infbezop/i192galk/>
3. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. - М.:Техносфера, 2008.
4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов (под ред. Нефедова В.И., Сигова А.С.) Изд. 3-е, перераб., доп. — М: Высш. шк., 2005.

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

<https://www.youtube.com/channel/UCEInsFyewwKEjkWEdhF7gQA>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийный проектор, универсальный цифровой осциллограф, универсальный цифровой генератор.

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): В.В. Пархачёв

Заведующий кафедрой: Е.С. Фитасов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «23» марта 2021 года, протокол № 02/21.