

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем (143)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«НАПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ»

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Многоканальные телекоммуникационные системы

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Насникова Ирина
Геннадьевна
Дата подписания: 04.06.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 08.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Направляющие системы электросвязи» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-6 Готовность к предпроектной подготовке и разработке проекта объекта (системы) связи, телекоммуникационной системы	ПКР-6.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-6.5	Знает стандарты и протоколы информационных сигналов, видов сигнализации, назначения интерфейсов. Технологии выполнения работ по настройке, регулировке и испытаниям оборудования связи (телекоммуникаций)	Знать стандарты и протоколы информационных сигналов, видов сигнализации, назначения интерфейсов. технологии выполнения работ по настройке, регулировке и испытаниям оборудования связи (телекоммуникаций). Знать основные методы и способы расчета электрических кабелей связи. Уметь собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных при выборе электрических кабелей связи. Владеть навыками работы в компьютерных сетях и информационно-поисковых системах

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Направляющие системы электросвязи» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Теория электрических цепей»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Сети связи и системы коммутации», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Современная электрическая связь	1	2					3	1	
2	Конструкции кабелей связи	2	4	1	4			1, 2, 4, 5	8	Тест
3	Теория передачи в кабелях связи	3	4	2, 3	4	3	2	2, 3, 4, 5	9	Тест
4	Теория влияния в кабелях связи	4	4	6	2	6	2	1, 1, 2, 3, 4, 5	8	Тест
5	Симметричные кабели связи	5	4	4, 5	4	1, 4	6	2, 3, 4, 5	8	Письменн ый опрос
6	Коаксиальные кабели связи	6	4			2, 5	4	3	2	Письменн ый опрос
7	Источники электромагнитны х влияний	7	2							
8	Меры защиты от взаимных влияний	8	2	7	2			4, 5	4	Письменн ый опрос
9	Меры защиты от внешних влияний	9	2							
10	Экранирование кабелей связи	10	2			7	2	2, 5	4	Письменн ый опрос
11	Коррозия кабельных оболочек и меры защиты	11	2							
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32		16		16		44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Современная электрическая связь	Принципы построения и перспективы развития электросвязи РФ. Виды направляющих систем электросвязи и их основные свойства. Конструкции и характеристики направляющих систем связи.
2	Конструкции кабелей связи	Классификация и маркировка кабелей связи. Элементы конструкции: проводники, изоляция, типы скрутки в группы, строение сердечника кабеля, защитные оболочки, защитные бронепокровы. Основные виды конструкций кабелей связи: магистральные, междугородные, зоновые, сельские, городские, подводные, кабеля связи для локальных сетей
3	Теория передачи в кабелях связи	Основные уравнения передачи. Первичные и вторичные параметры передачи, их зависимость от частоты. Скорость распространения электромагнитной энергии по цепям связи. Свойства неоднородных кабельных цепей. Конструктивные неоднородности в коаксиальных и симметричных кабелях.
4	Теория влияния в кабелях связи	Комплексная электрическая и магнитная связи. Первичные и вторичные параметры влияния: переходное затухание на ближнем и дальнем концах, защищенность. Основные уравнения влияния между цепями. Частотные зависимости электромагнитных связей. Косвенные влияния между цепями: влияния за счет отражений, влияния за счет конструктивных неоднородностей, влияние через третьи цепи.
5	Симметричные кабели связи	Электромагнитное поле симметричной кабельной цепи. Электрические процессы в симметричных цепях: эффект близости, поверхностный эффект, окружающие металлические массы. Первичные и вторичные параметры передачи симметричных кабелей. Основные зависимости первичных и вторичных параметров. Переходное затухание между симметричными цепями. Электромагнитные связи и их частотная зависимость в симметричных кабелях. Зависимость переходного затухания от длины линии и частоты.
6	Коаксиальные кабели связи	Электромагнитное поле коаксиальной кабельной цепи. Действие поверхностного эффекта и эффекта близости. Первичные и вторичные параметры передачи коаксиальных кабелей связи. Основные зависимости первичных и вторичных параметров. Оптимальное соотношение диаметров проводников коаксиальной цепи. Природа

		взаимного влияния в коаксиальных цепях. Сопротивление связи. Переходное затухание между коаксиальными цепями
7	Источники электромагнитных влияний	Влияние атмосферного электричества, линий электропередачи, электрифицированных железных дорог. Расчет опасных и мешающих магнитных влияний. Нормы опасных и мешающих влияний на электрические кабели связи.
8	Меры защиты от взаимных влияний	Симметрирование кабельных цепей. Метод скрещивания. Конденсаторное симметрирование. Концентрированное симметрирование. Симметрирование низкочастотных кабелей. Симметрирование высокочастотных кабелей: по характеристикам защищенности, по комплексным связям
9	Меры защиты от внешних влияний	Разрядники и предохранители, каскадная защита и молниеотводы, экранирующие тросы, редуцирующие трансформаторы, устройство заземлений
10	Экранирование кабелей связи	Основные принципы экранирования. Расчет и характеристики электромагнитных экранов. Экранирующий эффект с учетом продольных токов. Экранирующие характеристики многослойных экранов.
11	Коррозия кабельных оболочек и меры защиты	Виды коррозии: почвенная, межкристаллитная, электрокоррозия. Расчет потенциалов и токов, возникающих на кабельной оболочке за счет блуждающих токов. Меры защиты: электрический дренаж, катодные станции, протекторные установки.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Классификация, маркировка и конструкции кабелей связи	4
2	Определение характера распространения сигналов в линии в зависимости от сопротивления нагрузки на гармоническом сигнале	2
3	Измерение волнового сопротивления кабельной цепи методом холостого хода и короткого замыкания	2
4	Исследование зависимости собственного и рабочего затуханий кабелей связи от частоты	2
5	Исследование зависимости переходных затуханий кабелей связи от частоты	2
6	Определение режима работы симметричного и	2

	коаксиального кабелей	
7	Симметрирование кабелей связи	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение первичных параметров передачи симметричных кабелей	4
2	Определение первичных параметров передачи коаксиальных кабелей	2
3	Исследование зависимости вторичных параметров передачи симметричных и коаксиальных кабелей от частоты	2
4	Определение первичных параметров влияния симметричных кабелей	2
5	Определение первичных параметров влияния коаксиальных кабелей	2
6	Исследование зависимости вторичных параметров влияния симметричных и коаксиальных кабелей от частоты	2
7	Определение характеристик электромагнитных экранов	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	3
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	11
3	Подготовка к практическим занятиям	8
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
5	Подготовка к сдаче и защите отчетов	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: работа в команде, групповая дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Ксенофонтов С. Н. Направляющие системы электросвязи : сб. задач: учеб. пособие по направлению "Телекоммуникации" ... / С. Н. Ксенофонтов, Э. Л. Портнов, 2004. - 268 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Направляющие системы электросвязи: методические указания к лабораторным работам: по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи": профиль подготовки "Многоканальные телекоммуникационные системы" / сост. И. Г. Насникова, 2018

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен прочитать методические указания к лабораторным работам, которые содержат краткие теоретические сведения, необходимые студенту при выполнении данной лабораторной работы. Пользуясь методическими указаниями, ознакомиться с теорией и подготовить протокол, содержащий название и цель работы, схему измерительной установки и таблицы для записи результатов.

При оформлении отчета студент должен, используя результаты измерений, выполнить все необходимые расчеты, при необходимости построить графики или диаграммы.

Для защиты лабораторных работ необходимо изучить соответствующие разделы теоретического материала, используя конспекты лекций, основную и дополнительную литературу.

В ходе защиты лабораторной работы студент представляет преподавателю отчет, который включает полученные им результаты измерений в виде таблиц или графиков, и отвечает на контрольные вопросы. Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ содержатся в методических указаниях для лабораторных работ.

Подготовка к практическим занятиям включает обновление в памяти материалов лекций, содержащих теоретические сведения, и учебной литературы. При этом, как правило, достаточным оказывается прочитать только литературу по основному списку.

Подготовка к зачету включает проработку конспекта лекций и рекомендованной литературы, а также ответы на контрольные вопросы для предварительной самостоятельной оценки своих знаний. Для подготовки к зачету может использоваться тренировочное тестирование в дистанционном режиме. Тесты размещены <https://el.istu.edu/> Электронное обучение ИрННТУ, Насникова И.Г. Курс Направляющие системы электросвязи

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 7 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Письменный опрос проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Задание состоит из трех вопросов на знание определений, формул и схем. Работа выполняется в течение 15 минут и сдаётся преподавателю

Критерии оценивания.

Зачтено

Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Количество правильных ответов 3

Не зачтено

Не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки.
Количество правильных ответов менее 3,

6.1.2 семестр 7 | Тест

Описание процедуры.

Каждый студент получает индивидуальный вариант тестов, содержащий от 10 до 15 вопросов в зависимости от темы. Тест проводится в письменной форме. Время подготовки составляет от 10 до 20 минут в зависимости от количества вопросов. Результаты объявляются на следующем занятии.

Критерии оценивания.

Тестовые нормы: % правильных ответов	Оценка
Свыше 85 до 100	Отлично
Свыше 73 до 84	Хорошо
От 60 до 72	Удовлетворительно
Менее 60	
Неудовлетворительно	

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-6.5	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе материал научной литературы, свободно ориентируется в методах проведения измерений различных параметров радио-технических устройств и систем	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачету допускаются студенты, выполнившие все индивидуальные задания и защитившие лабораторные работы. Зачет проводится преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине в устной форме в виде ответов на вопросы. Обучающемуся предлагается выбрать два теоретических вопроса в случайном порядке. Время подготовки ответа при сдаче зачета в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут. При подготовке к устному зачету обучающийся, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании зачета) сдается преподавателю. Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях. Оценка результатов устного зачета объявляется обучающемуся в день его проведения

1. Принципы построения и перспективы развития электросвязи РФ
2. Виды направляющих систем электросвязи и их основные свойства.
3. Конструкции и характеристики направляющих систем связи.
4. Воздушные линии,
5. Симметричные кабели,
6. Коаксиальные кабели,
7. Сверхпроводящие кабели, волноводы,
8. Оптические кабели, кабели СКС.
 9. Классификация и маркировка кабелей связи.
 10. Элементы конструкции: проводники, изоляция.
 11. Типы скрутки в группы, строение сердечника кабеля.
 12. Защитные оболочки, защитные бронепокровы.
 13. Основные виды конструкций магистральных кабелей связи.
 14. Основные виды конструкций междугородных кабелей связи.
 15. Основные виды конструкций зонных, сельских кабелей связи.
 16. Основные виды конструкций городских кабелей связи.
 17. Основные виды конструкций кабелей для локальных сетей.
 18. Основные уравнения однородной линии
19. Первичные параметры передачи
20. Вторичные параметры передачи
 21. Типовые частотные характеристики
22. Скорость распространения электромагнитной энергии по цепям связи
23. Первичные параметры влияния между цепями
24. Вторичные параметры влияния между цепями
 25. Основное уравнение влияния между цепями связи
 26. Переходное затухание между симметричными цепями
 27. Электромагнитные связи и их частотные зависимости
 28. Зависимость переходного затухания от длины и частоты
 29. Косвенные влияния между цепями
 30. Природа влияния в коаксиальных цепях
 31. Сопротивление связи
 32. Переходное затухание между коаксиальными цепями
 33. Электрические процессы в симметричных цепях
 34. Первичные параметры симметричных кабелей
 35. Основные зависимости первичных параметров симметричных цепей
 36. Вторичные параметры симметричных кабелей, основные зависимости
 37. Электрические процессы в коаксиальных цепях
 38. Сопротивление и индуктивность коаксиальных кабелей

39. Емкость и проводимость коаксиальных кабелей
40. Вторичные параметры коаксиальных кабелей
41. Оптимальное соотношение проводников коаксиальных цепей
42. Необходимость искусственного увеличения индуктивности кабелей связи
43. Способы увеличения индуктивности кабелей
44. Пупинизация кабелей связи
45. Свойства неоднородных линий
46. Конструктивные неоднородности в коаксиальных кабелях
47. Параметры передачи кабелей СКС: первичные и вторичные параметры.
48. Особенности расчета вторичных параметров передачи.
49. Взаимные влияния между цепями кабелей СКС.
50. Источники электромагнитных влияний.
51. Расчет опасных и мешающих магнитных влияний.
52. Нормы опасных и мешающих влияний на электрические кабели связи.
53. Метод скрещивания.
54. Конденсаторное симметрирование.
55. Концентрированное симметрирование.
56. Симметрирование низкочастотных кабелей.
57. Меры защиты от внешних влияний: разрядники и предохранители, каскадная защита и молниеотводы, экранирующие тросы.
58. Редукционные трансформаторы, устройство заземлений
59. Экранирование кабелей связи. Основные принципы экранирования.
60. Расчет и характеристики электромагнитных экранов.
61. Экранирующий эффект с учетом продольных токов.
62. Экранирующие характеристики многослойных экранов.
63. Виды коррозии: почвенная, межкристаллитная, электрокоррозия.
64. Расчет потенциалов и токов, возникающих на кабельной оболочке за счет блуждающих токов.
65. Меры защиты: электрический дренаж, катодные станции, протекторные установки.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.	Не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы, затрудняется связать теорию вопроса с практикой.

7 Основная учебная литература

1. Гроднев Игорь Измайлович. Линии связи по спец. 0702 и 0708 / Игорь Измайлович Гроднев, С.И. Верник, 1988. - 544.

2. Ксенофонтов С. Н. Направляющие системы электросвязи : сб. задач: учеб. пособие по направлению "Телекоммуникации" ... / С. Н. Ксенофонтов, Э. Л. Портнов, 2004. - 268.
 3. Насникова И. Г. Направляющие системы электросвязи : методические указания к лабораторным работам: по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи": профиль подготовки "Многоканальные телекоммуникационные системы" / И. Г. Насникова, 2018. - 68.
- [Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-16979.pdf>
4. Направляющие системы электросвязи Проектирование, строительство и техническая эксплуатация / В. А. Андреев [и др.], 2010. - 422.
 5. Направляющие системы электросвязи Теория передачи и влияния / В. А. Андреев [и др.], 2011. - 422.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Гроднев Игорь Измаилович. Линейные сооружения связи : учеб. для электротехников связи спец. 0709 и 0708 / Игорь Измаилович Гроднев, 1987. - 302.
2. Белоруссов Н. И. Электрические кабели, провода и шнуры : справочник / Н. И. Белоруссов, А. Е. Саакян, А. И. Яковлева ; под ред. Н. И. Белоруссова, 1988. - 536.
3. Ксенофонтов С. Н. Направляющие системы электросвязи. Сборник задач : учебное пособие для студентов по направлению "Телекоммуникации" по специальностям "Сети связи и системы коммуникации" и др. / С. Н. Ксенофонтов, Э. Л. Портнов, 2014. - 268.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013
3. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Генератор Rigol DG2041A
2. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s

3. Интерактивная система /ActivBoard
4. генератор сигналов универсальный RIGOL DG1022
5. импульсный рефлектометр РИ-10М1
6. Измерительные передатчик ET 70 T/A и приемник ET 70 T/V
7. Цифровой запоминающий осциллограф Sefram 5164DC
8. Стенд для исследования ТЛС-1