

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»

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

Рабочая программа дисциплины

«ЛИНИИ СВЯЗИ»

Направление: 11.04.01 Радиотехника

Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Дмитриев Алексей Александрович Дата подписания: 27.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Ченский Александр Геннадьевич Дата подписания: 27.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Линии связи» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен проводить экспериментальные исследования радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях, оформлять научно–технические отчеты	ПК-2.2
ПК-5 Способен руководить опытно-конструкторскими работами по разработке рабочей конструкторской документации и опытных образцов инновационных радиоэлектронных средств	ПК-5.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.2	Знает приемы и методы оптимизации сети связи	Знать основные алгоритмы проектирования линий связи, основные параметры линий связи, конструкции оптических волокон и кабелей; основные характеристики источников и приемников оптического излучения; передающих и принимающих оптических модулей, основы работы и устройство пассивных устройств трактов волс Уметь выявлять и анализировать научную проблему в области оптических систем передачи информации, определять возможные пути решения проблем при проектировании систем связи Владеть навыками измерения параметров и расчета волоконно-оптических линий и систем передачи
ПК-5.1	Способен применять современные методы для разработки технической документации по эксплуатации оборудования связи (телекоммуникаций)	Знать основные методы и способы разработки технической документации; основные параметры контролируемые при эксплуатации оборудования связи Уметь работать в специализированных программных продуктах, проектировать основные элементы систем и сетей связи

		Владеть специализированным программным обеспечением для разработки тд и эксплуатации оборудования связи
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Линии связи» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Цифровая обработка сигналов в системах передачи информации», «Теория передачи цифровых сигналов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Управление потоками информации», «Системы и устройства автоматической коммутации», «Волоконно-оптические линии связи»

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 № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	0	0
лабораторные работы	13	13
практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	69	69
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 № 2

№ 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	Волоконно-оптическая система связи			1	1	1	2			Устный опрос
2	Оптические волокна			2	2	2	2			Устный опрос
3	Конструкции и характеристики			3	1					Устный опрос

	оптических кабелей связи									
4	Основная техническая документация на рабочий проект, при проектировании ВОЛП			4	2	3	2			Устный опрос
5	Технические требования по прокладке оптического кабеля			5	2					Устный опрос
6	Организация и подготовительные работы на ВОЛП			6	2	4	2			Устный опрос
7	Прокладка ОК в грунт					5	2			Устный опрос
8	Подвеска ОК на опорах					6, 7	4			Устный опрос
9	Технический надзор и техническая документация по ВОЛП					8, 9, 10	6			Устный опрос
10	Основные принципы и задачи по организации технической эксплуатации ВОЛП					11	2	1	69	Устный опрос
11	Повреждения на ВОЛП. Организация аварийно-восстановительных работ					12	2			Устный опрос
12	Восстановление ВОЛП при аварийных повреждениях									Устный опрос
13	Измерения на ВОЛП			7, 8	3					Устный опрос
14	Надежность работы ВОЛП					13	2			Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего				13		26		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Волоконно-оптическая система связи	Основные направления. Передатчики. Приемники. Оптическое волокно. Усилители.
2	Оптические волокна	Общие положения. Стандартные одномодовые

		оптические волокна. Волокна со смещенной дисперсией. Волокна с минимизацией потерь в третьем окне прозрачности. Волокна с ненулевой смещенной дисперсией. Потери в оптических волокнах.
3	Конструкции и характеристики оптических кабелей связи	Классификация оптических кабелей связи. Технические требования, предъявляемые к ОК. Основные производители и номенклатура ОК.
4	Основная техническая документация на рабочий проект, при проектировании ВОЛП	Общие положения. Алгоритм проектирования ВОЛП. Задание на проектирование. Состав рабочего проекта.
5	Технические требования по прокладке оптического кабеля	Выбор типа, марки оптического кабеля и метода его прокладки. Выбор оптимального варианта трассы ВОЛП. Требования и нормы на прокладку оптического кабеля в грунт. Требования на прокладку оптического кабеля в кабельной канализации и коллекторах.
6	Организация и подготовительные работы на ВОЛП	Организация и подготовительные работы по строительству ВОЛП. Механические нагрузки при затягивании ОК в каналы кабельной канализации и меры по их ограничению. Подготовка кабельной канализации и технология прокладки ОК в канализации. Технология прокладки ОК в кабельной канализации
7	Прокладка ОК в грунт	Условия производства работ. Прокладка ОК кабелеукладчиком. Прокладка ОК кабелеукладчиком
8	Подвеска ОК на опорах	Подвеска ОК на опорах высоковольтных линий передач. Раскатка и подвеска кабелей. Подвеска ОК способом навива
9	Технический надзор и техническая документация по ВОЛП	Технический надзор за строительством ВОЛП. Измерения в процессе строительства ВОЛП. Входной контроль ОК в строительных длинах. Исполнительная документация на законченные строительством линейные сооружения ВОЛП.
10	Основные принципы и задачи по организации технической эксплуатации ВОЛП	Основные принципы и задачи производственных подразделений по технической эксплуатации ВОЛП. Методы обслуживания линейно-кабельных сооружений ВОЛП, особенности их применения. Организация диспетчерской службы. Охранно-предупредительная работа, оперативный контроль технического состояния, планово-профилактическое обслуживание ЛКС ВОЛП.
11	Повреждения на ВОЛП. Организация аварийно-восстановительных работ	Классификация состояний ЛКС на ВОЛП, виды и причины повреждений ОК. Классификация состояний ЛКС ВОЛП. Организация АВР на ЛКС ВОЛП. Организация служебной связи. Организация работ по восстановлению работоспособности поврежденной кабельной

		линии.
12	Восстановление ВОЛП при аварийных повреждениях	Способы восстановления ЛКС ВОЛП. Классификация и выбор длины оптических кабельных вставок. Организация работ по восстановлению поврежденной ВОЛП по временной схеме. Организация работ по восстановлению поврежденной ВОЛП по постоянной схеме.
13	Измерения на ВОЛП	Измерения при технической эксплуатации ВОЛП. Виды и состав измерений. Измерения при проведении АВР на ЛКС ВОЛП. Локализация места повреждения ОК. Система автоматического мониторинга ЛКС ВОЛП.
14	Надежность работы ВОЛП	Требования по надежности, предъявляемые к строительным длинам волоконно-оптических кабелей связи. Требования по надежности ЛКС ВОЛП. Расчетные соотношения для определения показателей надежности.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение конструкций кабелей связи	1
2	Расчет параметров оптических волокон	2
3	Изучение конструкций волоконно – оптических кабелей связи	1
4	Входной контроль оптического кабеля	2
5	Измерение затухания оптических кабелей	2
6	Монтаж волоконных световодов сварочным аппаратом	2
7	Изучение приборов для измерений характеристик ВОЛС	2
8	Проведение измерений линий различной длины	1

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Разновидности передатчиков и приемников	2
2	Характеристики оптических волокон	2
3	Алгоритмы проектирования ВОЛС.	2
4	Состав рабочего проекта	2
5	Требования и нормы на прокладку ВОК	2
6	Основные способы прокладки ВОК	2
7	Подготовительные мероприятия при подвесе ВОК на опоры связи	2
8	Эксплуатационные характеристики	2

	магистрального кабеля	
9	Подготовительные мероприятия при прокладке ВОК в грунт	2
10	Технический надзор за строительством ВОЛП	2
11	Состав ИД на законченные строительством линейные сооружения ВОЛП	2
12	Основные принципы и задачи производственных подразделений по технической эксплуатации ВОЛП	2
13	Требования по техники безопасности	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	69

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Деловая игра

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

Дмитриев А.А. Линии Связи: методические указания к лабораторным, практическим и СРС
для обучающихся по направлению 11.04.01 «Радиотехника» Профиль подготовки: «Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы» /электронный ресурс/ ИрННТУ, 2020.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Дмитриев А.А. Линии Связи: методические указания к лабораторным, практическим и СРС
для обучающихся по направлению 11.04.01 «Радиотехника» Профиль подготовки: «Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы» /электронный ресурс/ ИрННТУ, 2020.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Дмитриев А.А. Линии Связи: методические указания к лабораторным, практическим и СРС
для обучающихся по направлению 11.04.01 «Радиотехника» Профиль подготовки: «Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы» /электронный ресурс/ ИрННТУ, 2020.

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 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

1. Выдача 2 вопросов каждому студенту индивидуально
2. Подготовка студентами письменного ответа
3. Объяснения ответов на вопросы

Критерии оценивания.

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

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
ПК-2.2	Свободно ориентируется в теоретическом материале по построению волоконно-оптических линий и систем передачи, знает основные понятия, умеет рассчитывать основные параметры оптических волокон и кабелей и системы передачи в целом, может грамотно обосновать выбор системы передачи, оптического кабеля, типа источника и приемника излучения, схему построения линейного тракта.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.
ПК-5.1	Свободно справляется с задачами проектирования, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Успешному проведению зачета способствует систематическое посещение лекционных, практических и семинарских занятий, тщательная проработка вопросов, выносимых на обсуждения на групповых занятиях, и самостоятельная подготовка обучающихся. При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с вопросами, составить структурно-логическую схему ответа на каждый вопрос, используя при этом материалы лекционных практических и семинарских занятий, рекомендуемую преподавателем литературу. При возникновении сложностей в процессе подготовки к зачету необходимо обратиться за консультацией к преподавателю. Зачет является заключительным этапом изучения учебной

дисциплины и имеет целью проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Зачет проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины.

Пример задания:

1. Как классифицируются одномодовые ОВ?
2. Область применения стандартных одномодовых ОВ?
3. Область применения ОВ со смещенной дисперсией?
4. Область применения ОВ с минимизацией потерь в третьем окне прозрачности?
5. Какой профиль показателя преломления имеет стандартное одномодовое ОВ?
6. Какой профиль показателя преломления имеет ОВ со смещенной дисперсией?
7. Область применения ОВ с ненулевой смещенной дисперсией?
8. Какой профиль показателя преломления имеет ОВ со смещенной ненулевой дисперсией?
9. Какие причины вызывают потери в ОВ на поглощение?
10. Какие причины вызывают потери в ОВ на рэлеевское рассеяние?
11. Причины появления кабельных потерь.
12. Как проявляется дисперсия ОВ?
13. Причины появления межмодовой дисперсии.
14. Причины появления материальной дисперсии.
15. Причины появления волноводной дисперсии.
16. В каких одномодовых ОВ и при каких скоростях передачи необходимо компенсировать дисперсию?
17. Как классифицируются оптические кабели связи?
18. Типы и конструкции оптических модулей?
19. Для какой цели ОК заполняются гидрофобной массой?
20. Каково назначение и конструкции силовых элементов?
21. Какие оболочки и бронепокровы используются в конструкциях ОК?
22. Принцип маркировки ОК?
23. Какие конструкции ОК применяются для прокладки в грунт?
24. Какие конструкции ОК применяются для пневмозадувки?
25. Какие конструкции ОК применяются для подвески на опорах?
26. Какие конструктивные особенности подводных ОК?
27. Какие конструкции ОК применяются для прокладки внутри зданий?
28. Какие организации выполняют рабочие проекты по ВОЛП?
29. Для какой цели проводится государственная экспертиза проектной документации?
30. Какие основные вопросы по проектированию ВОЛП включаются в задание на проектирование?
31. Какие основные разделы входят в состав рабочего проекта?
32. Назовите основные критерии выбора марки ОК и метода его прокладки.

33. Назовите основные критерии выбора трассы ВОЛП.
34. Назовите основные требования на прокладку ОК в грунт.
35. Назовите основные требования на прокладку ОК в кабельной канализации.
36. Основные проектные требования на пересечение водных преград и подземных коммуникаций.
37. Какие организации осуществляют строительство ВОЛП?
38. Какие достоинства имеет организация строительства ВОЛП под «ключ»?
39. Чем обусловлены отличительные особенности строительства ВОЛП?
40. Какие основные руководства и инструкции используются при строительстве ВОЛП?
41. Назовите основные виды работ, выполняемые в подготовительный период.
42. Какие основные вопросы рассматриваются при составлении ППР?
43. Для какой цели производят обследование трассы ВОЛП при помощи кабелеискателя?
44. Из каких соображений выбираются машины и механизмы для строительства ВОЛП?
45. Как влияет подготовка специалистов на качество строительства ВОЛП?
46. Какие основные вопросы должны рассматриваться при обучении специалистов для строительства ВОЛП?
47. Как влияют механические нагрузки на затухание оптических волокон?
48. При какой температуре не разрешается прокладывать ОК?
49. Какие основные меры принимаются для защиты от механических перегрузок при затягивании ОК в каналы кабельной канализации?
50. В каких каналах рекомендуется прокладывать ОК? Назначение трубок ПНД-32?
51. В чем заключается подготовка кабельной канализации к прокладке ОК?
52. Почему заготовку каналов наиболее целесообразно проводить при помощи стеклопластикового прутка?
53. Какие устройства и приспособления применяются для прокладки ОК в канализации?
54. Каково назначение компенсатора кручения?
55. Отличительные особенности, по сравнению с электрическими кабелями, прокладки ОК в грунт.
56. Технология прокладки ОК в грунт при помощи кабелеукладчика.
57. Для какой цели производится предварительная пропорка грунта?
58. Технология прокладки ОК на переходах через подземные коммуникации.
59. Особенности прокладки ОК в условиях многолетнемерзлых грунтов.
60. Технология прокладки ОК методом задувки в предварительно проложенную полиэтиленовую трубу.
61. Технология прокладки ОК через водные преграды.
62. Назовите основные достоинства ГНБ.
63. Поясните принцип работы ГНБ.
64. На опорах каких линий применяется подвеска ОК?
65. Технология раскатки и подвески кабелей ОКГТ и ОКСН.
66. Технология подвески кабеля ОКНН способом навива.
67. Какие основные требования предъявляются к неразъемным (сварным) соединениям ОВ?
68. Как подготавливаются ОВ к сращиванию (сварке)?
69. Как осуществляется скол и какие требования предъявляются к сколу ОВ?
70. Как осуществляется защита ОВ в месте сварки?
71. Какие оптические муфты применяются на российском рынке?
72. Дайте краткую характеристику оптической муфте МТОК-96.
73. Для какой цели необходимо проводить технадзор за строительством ВОЛП?
74. Зачем ежедневно нужно проверять участки трассы ВОЛП при помощи кабелеискателя?
75. Какие документы оформляются ежедневно при строительстве ВОЛП?

76. Какие права и обязанности имеют специалисты, выполняющие технадзор за строительством?
77. Какие основные виды работ подвергаются контролю в процессе строительства ВОЛП?
78. Какие основные производственные подразделения осуществляют техническую эксплуатацию ЛКС ВОЛП?
79. Основные задачи производственных подразделений по технической эксплуатации ЛКС ВОЛП.
80. Назовите методы обслуживания ЛКС ВОЛП.
81. Назовите основные мероприятия по охранно-предупредительной работе на ЛКС ВОЛП.
82. Какие виды ремонта применяются на ВОЛП?
83. Дайте определение состояний ВОЛП.
84. Какие основные виды и причины повреждений на ВОЛП?
85. Когда применяется временная оптическая кабельная вставка?
86. Когда применяется постоянная оптическая кабельная вставка?
87. Назовите минимальную и максимальную длину оптической кабельной вставки.
88. Как нужно организовать проведение земляных работ для ускорения устранения повреждения ОК?
89. Какие требования предъявляются к содержанию ОК для ремонтно-эксплуатационных нужд и аварийного резерва.
90. Виды и состав измерений при технической эксплуатации ВОЛП.
91. Виды и состав измерений при АВР на ВОЛП.
92. Какие основные параметры ОК контролируются системой автоматического мониторинга?
93. Какие нормы установлены на вероятное число повреждений ОК от ударов молнии для магистральных и внутризоновых ВОЛП?
94. Основные меры защиты ОК от грозовых воздействий.
95. Назовите основные показатели надежности ЛКС ВОЛП.
96. Какие проводятся основные мероприятия по повышению надежности ЛКС ВОЛП?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Имеет знания основного материала, допускаются некоторые неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, возможны некоторые затруднения при выполнении практических работ	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

7 Основная учебная литература

1. Скляров О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляров, 2018. - 268.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Скляров О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" квалификации "бакалавр" и "магистр" / О. К. Скляров, 2016. - 265.

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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.