

ПРИДНЕСТРОВСКАЯ МОЛДАВСКАЯ РЕСПУБЛИКА

Государственное образовательное учреждение

«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Утверждено

на заседании Учёного совета
физико-технического института
протокол № 3 от 22.01. 2024 г.

Председатель Ученого совета
физико-технического института
доцент Д.И. Калошин



ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ
по основной образовательной программе бакалавриата

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: «Оптические системы и сети связи»

Квалификация выпускника: бакалавр

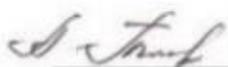
Трудоемкость (в зачетных единицах): 9 зачетных единиц

Сроки проведения с 21.05.2025 по 01.07.2025 г.

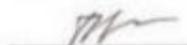
Тирасполь 2024 г.

Согласовано:

Начальник УМУ

 /А.В. Топор/

Главный специалист УМУ

 /Н.В. Попова/

Программа государственной итоговой аттестации утверждена Ученым советом физико – технического института протокол № 3 от «22» 11 2024г.

Председатель Ученого совета физико– технического института

 Д.Н.Калошин

Программа государственной итоговой аттестации одобрена учебно-методической комиссией института, протокол № 3 от «21» 11 2024г.

Председатель учебно-методической комиссии физико–технического института

 С.В.Помян

Программа государственной итоговой аттестации рассмотрена на заседании кафедры фундаментальной физики, электроники и систем связи протокол № 3 от «16» 10 2024г.

Зав. кафедрой фундаментальной физики, электроники и систем связи, профессор

 / С.И.Берил /

Программу составили:

к.ф.-м.н., доцент



О.В. Коровай

к.ф.-м.н., доцент



О.Ф. Васильева

ведущий специалист



И.М. Блашкова

Оглавление

1	Общие положения	4
2	Условия подготовки и процедура проведения ГИА	4
3	Порядок подачи и рассмотрения апелляции	4
4	Программа государственного экзамена по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи профиль подготовки «Оптические системы и сети связи»	6
4.1	Требования к компетенциям выпускника	6
4.2	Структура государственного экзамена	8
4.3	Требования к ответу на государственном экзамене и критерии оценки	8
4.4	Содержание государственного экзамена	9
4.4.1	Контрольные вопросы для государственного экзамена	11
4.4.2	Литература: а) основная литература; б) дополнительная литература	39
4.4.3	Перечень технических средств, наглядных пособий необходимых для проведения ГИА	43
5	Требования к выпускной квалификационной работе и критерии ее оценки	43
5.1	Общие положения	43
5.2	Перечень компетенций, проверяемых на защите выпускной квалификационной работы	44
5.3	Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы	46
5.4	Порядок подготовки и сроки представления выпускной квалификационной работы	46
5.5	Порядок защиты выпускной квалификационной работы	47
5.6	Оценка выпускной квалификационной работы	47
5.7	Рекомендуемая литература: а) основная литература; б) дополнительная литература	48
	Приложение 1	49

1. Общие положения

В соответствии с Федеральным Законом Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» в действующей редакции, Законом Приднестровской Молдавской Республики «Об образовании» в действующей редакции. Порядок прохождения ГИА регламентируется положением «О порядке проведения и организации государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

2. Условия подготовки и процедура проведения ГИА

Данная программа предназначена для проведения ГИА в 2 этапа, позволяющие выявить подготовку выпускника к решению профессионально-образовательных задач, а именно:

1. Государственный экзамен по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи» проводится в форме практико-ориентированного экзамена, включает в себя вопросы по освоению студентами дисциплин «Метрология в оптических телекоммуникационных системах», «Оптические направляющие среды», «Основы построения телекоммуникационных систем и сетей», «Сетевые технологии», «Сети следующего поколения».

2. Защита квалификационной работы по направлению.

Цель ГИА выявление соответствия между реальным уровнем подготовки выпускника и требованиям ГОС ВО к профессиональной подготовленности обучающегося по программе бакалавриата по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи» к осуществлению будущей профессиональной деятельности.

К ГИА допускается студент, успешно завершивший в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи», разработанной кафедрой квантовой радиофизики и систем связи Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко.

На основании успешного прохождения итоговых аттестационных испытаний выпускнику присваивается квалификация бакалавр по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и выдается диплом государственного образца об образовании (пр. МП №354 от 09.04.2015).

В случае ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки в Приднестровской Молдавской Республике итоговую государственную аттестацию проводить с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий и руководствоваться Регламентом проведения государственной итоговой аттестации на физико-математическом факультете ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко» с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (утверждено Ученым советом факультета Пр. №13 от 01.06.2020г.).

3. Порядок подачи и рассмотрения апелляции по результатам ГИА

По результатам государственной аттестации выпускник, участвовавший в государственной итоговой аттестации, имеет право подать в апелляционную комиссию письменное апелляционное заявление о нарушении, по его мнению, установленного порядка проведения государственной итоговой аттестации и (или) несогласии с ее результатами (далее – апелляция).

Апелляция подается в апелляционную комиссию, созданную приказом ректора ПГУ, лично выпускником или родителями (законными представителями) несовершеннолетнего выпускника.

Апелляция о нарушении порядка проведения ГИА подается непосредственно в день ее проведения.

Апелляция о несогласии с результатами ГИА подается не позднее следующего рабочего дня после объявления ее результатов.

Апелляция рассматривается апелляционной комиссией, созданной приказом ректора ПГУ одновременно с утверждением состава ГЭК, не позднее трех рабочих дней с момента ее поступления.

Апелляция рассматривается на заседании апелляционной комиссии с участием не менее двух третей ее состава.

На заседание апелляционной комиссии приглашается председатель соответствующей государственной экзаменационной комиссии.

Выпускник, подавший апелляцию, имеет право присутствовать при рассмотрении апелляции.

С несовершеннолетним выпускником имеет право присутствовать один из родителей (законных представителей).

Указанные лица должны иметь при себе документы, удостоверяющие личность.

Рассмотрение апелляции не является передачей государственной итоговой аттестации.

При рассмотрении апелляции о нарушении порядка проведения ГИА апелляционная комиссия устанавливает достоверность изложенных в ней сведений и выносит одно из решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях порядка проведения ГИА выпускника не подтвердились и (или) не повлияли на результат аттестации;
- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях порядка проведения ГИА выпускника подтвердились и повлияли на результат аттестации.

В последнем случае результат аттестации подлежит аннулированию, в связи, с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения комиссии. Выпускнику предоставляется возможность пройти ГИА в дополнительные сроки, установленные образовательной организацией.

Для рассмотрения апелляции о несогласии с результатами государственной итоговой аттестации, полученными при защите выпускной квалификационной работы, секретарь государственной экзаменационной комиссии не позднее следующего рабочего дня с момента поступления апелляции направляет в апелляционную комиссию ВКР, протокол заседания ГЭК и заключение ее председателя о соблюдении процедурных вопросов при защите подавшего апелляцию выпускника.

В результате рассмотрения апелляции о несогласии с результатами ГИА апелляционная комиссия принимает решение об отклонении апелляции и сохранении результата аттестации либо об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата аттестации. Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в ГЭК. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленных результатов ГИА выпускника и выставления новых.

Решение апелляционной комиссии принимается простым большинством голосов. При равном числе голосов голос председательствующего на заседании апелляционной комиссии является решающим.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения подавшего апелляцию выпускника (под роспись) в течение трех рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии оформляется протоколом, который подписывается председателем и секретарем апелляционной комиссии и хранится в архиве ПГУ.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

4. Программа государственного экзамена по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи»

4.1 Требования к компетенциям выпускника

Выпускник, допущенный к ГИА, должен обладать:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;

УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);

УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;

УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;

УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению;

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;

ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

- ПК-1** Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи;
- ПК-2** способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;
- ПК-3** Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований;
- ПК-4** Способен осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов радио оборудования, сетевых устройств программного обеспечения инфокоммуникаций;
- ПК-5** Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы;
- ПК-6** Способен оценивать параметры безопасности и защиты программного обеспечения и сетевых устройств администрируемой сети с помощью специальных средств управления безопасностью;
- ПК-7** Способен к составлению аналитических отчетов на основе сбора, аналитического и численного исследования и построения прогнозов по продажам инфокоммуникационных систем и/или их составляющих;
- ПК-10** Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей;
- ПК-11** Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ;
- ПК-12** Способен к сбору, обработке, распределению и контролю выполнения заявок на техподдержку оборудования с помощью инфокоммуникационных систем и баз данных;
- ПК-13** Способен осуществлять монтаж настройку, регулировку тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих, установленным эксплуатационно-техническим нормам;
- ПК-14** Способен осуществлять администрирование сетевых подсистем инфокоммуникационных систем и /или их составляющих;
- ПК-15** Способен к администрированию процесса оценки производительности и контроля использования и производительности сетевых устройств, программного обеспечения информационно- коммуникационной системы;
- ПК-16** Способен к администрированию средств обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов);
- ПК-17** Способен к проведению регламентных работ на сетевых устройствах и программном обеспечении инфокоммуникационной системы;
- ПК-18** Способен к организации профилактических работ на радиоэлектронном оборудовании, инвентаризации радиоэлектронных средств и вспомогательного оборудования, обеспечению организационно-методической базы для обслуживания радиоэлектронных средств и оборудования;

ПК-19 Способен к организационно-управленческой работе с малыми коллективами исполнителей на техническую поддержку инфокоммуникационных систем и/или их составляющих;

ПК-20 Способен к устранению, по обращениям клиентов, возникших проблем при установке и эксплуатации аппаратного, программного и программно-аппаратного обеспечения инфокоммуникационных систем и/или их составляющих;

ПК-21 Способен к проведению регламентных работ на сетевых устройствах и программном обеспечении с целью модернизации и восстановления сетевой инфокоммуникационной системы;

ПК-22 Способен к подготовке коммерческих предложений, документации, поиску потенциальных клиентов для продажи инфокоммуникационных систем и/или их составляющих, в том числе для торгов, проводящихся по различной форме, запросов предложений от клиентов;

ПК-23 Способен к контролю комплектации и проведению консультаций по использованию и возможностям инфокоммуникационных систем и/или их составляющих при продаже и документальное сопровождение.

4.2 Структура государственного экзамена

Содержание экзамена по направлению разработано на основе материалов рабочих программ в соответствии с ГОС ВО по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи».

Цель итогового государственного экзамена по направлению - определение уровня профессиональной подготовки выпускника к использованию теоретических знаний, практических навыков и умений для решения профессиональных задач.

Процедура проведения итогового государственного экзамена по направлению

Время, предоставляемое студенту, - 1 час 30 минут. По желанию студента он может отвечать на каждый вопрос отдельно с перерывом на подготовку к следующему вопросу.

Экзаменуемый излагает свой ответ членам Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Оценка за ответ выставляется коллегиально на основе оценок, выставленных членами ГЭК.

4.3 Требования к ответу на государственном экзамене и критерии оценки:

- владение терминологией по направлению;
- знания актуальных технологий, оборудования и устройств, используемых в области телекоммуникаций;
- умение применять полученные теоретические знания для решения практических задач.

Критерии оценки ответов студентов на экзамене

Ответ оценивается на «отлично», если студент демонстрирует:

- глубокое владение материалом;
- осознанный и обобщенный уровень ответа;
- предметную и методическую эрудицию, использование при ответе материалов специальной литературы по предмету и смежным дисциплинам;

- умение показать значение теоретических вопросов для практики и подтвердить теоретические положения практическими примерами;
- умение раскрыть имеющийся у него практический опыт с точки зрения теории;
- определение своей позиции в раскрытии различных подходов к рассматриваемой проблеме, умение провести их сравнительный анализ;
- логичность, последовательность, точность, обоснованность, культуру изложения.

Ответ оценивается на «хорошо», если студент демонстрирует:

- владение программным материалом на достаточно высоком уровне, но в ответе допускает некоторые неточности, незначительные ошибки, которые исправляются самим студентом;
- осознанный и обобщенный уровень ответа;
- использование при ответе материалов специальной литературы по предмету и смежным дисциплинам;
- умение показать значение теоретических вопросов для практики и подтвердить теоретические положения практическими примерами;
- умение раскрыть имеющийся у него практический опыт с точки зрения теории;
- логичность, последовательность, точность, обоснованность, культуру изложения.

Ответ оценивается на «удовлетворительно», если студент демонстрирует:

- владение программным материалом при недостаточно осознанном и обобщенном уровне владения теорией, неумение связать ее с практикой;
- неумение использовать при ответе материалы специальной литературы по предмету и смежным дисциплинам;
- недостаточно высокий уровень культуры речи, логичности, последовательности изложения материала;

Ответ оценивается на «неудовлетворительно», если студент демонстрирует:

- отсутствие или недостаточное знание программного материала;
- недопустимое искажение смысла понятий и определений;
- существенные пробелы в логичности и последовательности излагаемого материала.

Критерии оценки ответов студентов на экзамене

Ответ оценивается на «отлично», если студент демонстрирует:

- глубокое владение материалом;
- осознанный и обобщенный уровень ответа;
- предметную и методическую эрудицию, использование при ответе материалов специальной литературы по предмету и смежным дисциплинам;
- умение показать значение теоретических вопросов для практики и подтвердить теоретические положения практическими примерами;
- умение раскрыть имеющийся у него практический опыт с точки зрения теории;
- определение своей позиции в раскрытии различных подходов к рассматриваемой проблеме, умение провести их сравнительный анализ;
- логичность, последовательность, точность, обоснованность, культуру изложения.

Ответ оценивается на «хорошо», если студент демонстрирует:

- владение программным материалом на достаточно высоком уровне, но в ответе допускает некоторые неточности, незначительные ошибки, которые исправляются самим студентом;
- осознанный и обобщенный уровень ответа;
- использование при ответе материалов специальной литературы по предмету и смежным дисциплинам;
- умение показать значение теоретических вопросов для практики и подтвердить теоретические положения практическими примерами;
- умение раскрыть имеющийся у него практический опыт с точки зрения теории;
- логичность, последовательность, точность, обоснованность, культуру изложения.

Ответ оценивается на «удовлетворительно», если студент демонстрирует:

- владение программным материалом при недостаточно осознанном и обобщенном уровне владения теорией, неумение связать ее с практикой;
- неумение использовать при ответе материалы специальной литературы по предмету и смежным дисциплинам;
- недостаточно высокий уровень культуры речи, логичности, последовательности изложения материала;

Ответ оценивается на «неудовлетворительно», если студент демонстрирует:

- отсутствие или недостаточное знание программного материала;
- недопустимое искажение смысла понятий и определений;
- существенные пробелы в логичности и последовательности излагаемого материала.

4.4 Содержание государственного экзамена по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи»

Государственный экзамен по направлению носит комплексный характер. Билет включает 3 вопроса. Каждый вопрос экзаменационного билета содержит теоретическую и практическую часть.

1 вопрос – по дисциплинам: метрология в оптических телекоммуникационных системах,

2 вопрос – по дисциплинам: оптические направляющие среды.

3 вопрос – по дисциплинам: основы построения телекоммуникационных систем и сетей, сетевые технологии и сети следующего поколения.

Раздел I. Метрология в оптических телекоммуникационных системах

Особенности метрологии в оптических телекоммуникационных системах, измерительные задачи, особенности ввода измерительной информации в оптические волокна; измеряемые параметры; средства измерений, обработка и представление результатов; стандартизированные методики измерений; вопросы метрологического обеспечения средств измерений оптического диапазона; вопросы комплексной автоматизации с применением информационно-измерительных систем.

Раздел II. Оптические направляющие среды.

Современная оптическая связь, принципы построения волоконно-оптических сетей; оптические направляющие среды передачи (ОНСП), основы теории ОНСП; оптическое волокно (ОВ), типы ОВ и его основные характеристики, распространение сигнала по ОВ; оптические кабели, их конструкции и характеристики; структурированные кабельные сети; пассивные компоненты ВОЛС, разъемные и неразъемные соединители, оптические разветвители, оптические изоляторы; электромагнитные влияния на ВОЛС и меры защиты; проектирование магистральных, внутризональных и местных ВОЛС; специализированные ВОЛС на локальных и корпоративных сетях; современные методы строительства ВОЛС; надежность ВОЛС; основы технической эксплуатации ВОЛС.

Раздел III. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей, сетевые технологии и сети следующего поколения.

Архитектура взаимоувязанной сети связи, первичные электрические сигналы и их характеристики; коммутация каналов, сообщений и пакетов; принципы построения систем коммутации; элементы теории телетрафика; типовые каналы передачи, организация двусторонних каналов, особенности передачи информации по двусторонним каналам, развязывающие устройства, основные характеристики каналов; принципы построения систем передачи (СП) с частотным разделением каналов (ЧРК), методы формирования и передачи канальных сигналов в СП с ЧРК, иерархическое построение МСП с ЧРК; принципы построения СП с временным разделением каналов и импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ), иерархическое построение СП с ИКМ; параметры цифровых сигналов в системах плезиохронной и синхронной иерархии, транспортная модель сети, понятие о протоколах обмена; особенности построения волоконно-оптических цифровых систем передачи; принципы построения систем радиосвязи: радиорелейных, спутниковых, подвижных систем электросвязи; сигналы и типовые каналы в системах радиосвязи, передача аналоговых и цифровых сигналов, параметры аналоговых частотно-модулированных сигналов; принципы построения наземных и спутниковых систем телевизионного и звукового вещания; современное состояние и перспективы развития систем и технологий связи.

4.4.1 Контрольные вопросы для государственного экзамена.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ (ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ)

№ п/п	Вопрос	Проверяемые профессиональные компетенции	Примечание
1.1.	Методы измерения числовых апертур оптических волокон (ОВ).	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, УК-7, УК-8, УК-9, УК-10, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПУ-16, ПК-17, ПК-18, ПК-19, ПК-20,	
1.2.	Методы измерения длины волны отсечки ОВ и ОК.		
1.3.	Методы измерения межмодовой дисперсии во временной и частотной областях.		
1.4.	Методы измерения хроматической дисперсии.		
1.5.	Измерение поляризационной модовой дисперсии методом сканирования длины волны.		
1.6.	Анализаторы спектра на основе дифракционных решеток и интерферометра Фабри-Перо. Автокорреляционные анализаторы оптического спектра.		

1.7.	Измерение основных параметров каналов систем WDM с помощью OSA.	ПК21, ПК-22, ПК-23		
1.8.	Методика измерения глаз-диаграмм.			
1.9.	Методики определения Q – фактора и коэффициента ошибок.			
1.10.	Дрейф и дрожание фазы. Измерение фазового дрожания фазовым детектором и осциллографом. Способы уменьшения джиттера.			
1.11.	Измерение параметров и характеристик источников излучения.			
1.12.	Измерение электрических параметров приемников оптического излучения.			
1.13.	Измерение спектральной, интегральной и пороговой чувствительности фотоприемников (ФП).			
1.14.	Измерение частотных и временных характеристик ФП.			
1.15.	Принципы работы и устройство оптических рефлектометров (OTDR). Назначение и основные типы OTDR.			
1.16.	Характеристики OTDR (динамический диапазон, отношение сигнал шум, пространственное разрешение).			
1.17.	Измерение длины с помощью OTDR.			
1.18.	Измерение полных и погонных потерь с помощью OTDR.			
1.19.	Измерение потерь в сростках волокон.			
1.20.	Определение коэффициентов отражения в волоконных линиях передачи по рефлектограмме.			
2.1.	Волоконно-оптическая связь.		УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, УК-7, УК-8, УК-9, УК-10, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПУ-16, ПК-17, ПК-18, ПК-19, ПК-20, ПК21, ПК-22, ПК-23	
2.2.	Волоконные лазеры. Волоконные датчики.			
2.3.	Перспектива развития волоконной оптики.			
2.4.	Основные сведения о ВОЛС.			
2.5.	Преимущества ВОЛС и недостатки.			
2.6.	Основные понятия, связанные с оптическим волокном.			
2.7.	Геометрические параметры волокна.			
2.8.	Свойства волокна, основанные на законах геометрической оптики.			
2.9.	Оптическое волокно. Типы оптического волокна.			
2.10.	Многомодовые оптические волокна.			
2.11.	Диапазон длин волн, используемый для передачи по волокну.			
2.12.	Свойства волокна, основанные на законах электромагнитного поля. Моды колебаний.			
2.13.	Длины волн отсечки. Частота отсечки и нормированная частота моды.			
2.14.	Номенклатура мод низких порядков.			
2.15.	Диаметр модового поля			
2.16.	Число мод многомодового волокна.			
2.17.	Профиль изменения показателя преломления.			
2.18.	Основные характеристики оптических потерь волокна.			
2.19.	Основные характеристики искажений оптического сигнала.			
2.20.	Дисперсия.			
2.21.	Хроматическая дисперсия. Материальная дисперсия.			

2.22	Волноводная дисперсия.		
2.23	Поляризационная дисперсия.		
2.24	Методы компенсации дисперсии.		
2.25	Нелинейные эффекты в оптическом волокне.		
2.26	Нелинейное преломление, ФСМ, ФКМ.		
2.27	Вынужденное неупругое рассеяние.		
2.28	Модуляционная неустойчивость.		
2.29	Четырехволновое смещение.		
2.30	Разъемные соединители и их стандарты.		
2.31	Сварное соединение волокон.		
2.32	Оптические разветвители типы и характеристики.		
2.33	Устройства волнового уплотнения. Оптические изоляторы.		
2.34	Аттенюаторы, оптические переключатели, кроссовые устройства.		
2.35	Структурные элементы кабеля. Конструктивные элементы волоконно-оптического кабеля.		
2.36	Главные цели конструкции кабеля Конструкция свободной трубки Конструкция желобчатого сердечника Волокна с плотным буфером Конструкция со свободным буфером.		
2.37	Воздушный кабель. Короткопролетный диэлектрик. Длиннопролетный диэлектрик		
2.38	Подземный кабель. Подводный кабель. Кабели для помещений. Распределительные кабели. Наполненные кабели.		
3.1	Затухание сигналов в сетях электросвязи. Диаграмма уровней и единицы измерений.	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, УК-7, УК-8, УК-9, УК-10, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПУ-16, ПК-17, ПК-18, ПК-19, ПК-20, ПК21, ПК-22, ПК-23	
3.2	Общие принципы построения сетей электросвязи. Назначение и состав сетей.		
3.3	Методы коммутации в сетях электросвязи. Фазы коммутации.		
3.4	Структура сетей электросвязи. Граф и топологии сетей.		
3.5	Каналы связи и их характеристики.		
3.6	Общие принципы построения многоканальных систем передачи.		
3.7	Особенности передачи цифровых сигналов. Теоремы Шеннона-Хартли, Котельникова - Найквиста.		
3.8	Методы мультиплексирования. Временное мультиплексирование/уплотнение.		
3.9	Волновое мультиплексирование/уплотнение. Технологии WDM и FDM		
3.10	Практический метод формирования цифровой последовательности		
3.11	Объединение цифровых потоков в PDH. Потоки Е1, Е2, Е3 и Е4. Недостатки PDH		
3.12	Синхронная цифровая иерархия SDH. Структура		

	кадра STM-1. Виртуальные контейнеры		
3.13	Системы синхронизации в PDH и SDH		
3.14	Методы доступа в системах сотовой связи		
3.15	Функциональная схема и основные элементы цифровой системы связи		
3.16	Математические модели каналов связи		
3.17	Коммутационные приборы и элементы. Основные понятия и определения		
3.18	Технология оптической транспортной сети OTN - OTN		
3.19	Архитектура платформы транспортных оптических сетей GMPLS		
3.20	Основные понятия информационной безопасности. Угроза, атака, риск		
3.21	Модуляция и кодирование сигналов. Скорость передачи и физическая среда		
3.22	Методы множественного доступа к среде. Эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС)		
3.23	Качество обслуживания (QoS). Модели резервирования. Маршрутизация и качество обслуживания (QoS)		
3.24	Технические средства высокоскоростных сетей. Протоколы локальных сетей		
3.25	Технология MPLS. VPN и технология GMPLS. Структуры меток. Маршрутизаторы MPLS		
3.26	Формирование блоков OTN на ASIC, FPGA, CPLD. Технологии Wi-Fi, WiMAX и LTE		
3.27	Сети связи следующего поколения (ССП) или NGN – Next Generation Network		
3.28	Архитектура СПП. Управление услугами. Технологии IP\MPLS		
3.29	Softswitch и основные протоколы, используемые в сетях следующего поколения		
3.30	Программный коммутатор Softswitch. Архитектура Softswitch.		
3.31	Технология MPLS. Главные особенности MPLS		
3.32	Концепция IP Multimedia Subsystem (IMS).		
3.33	Архитектура IMS		
3.34	Сравнение платформ Softswitch и IMS.		

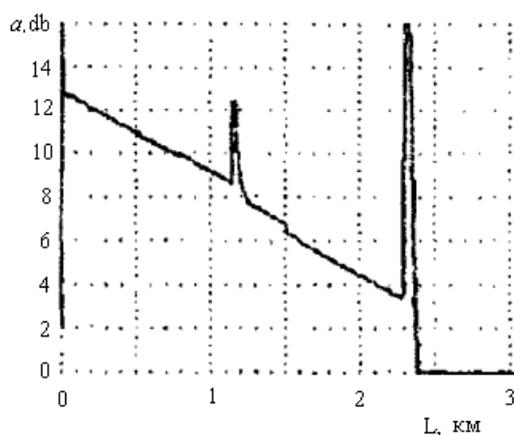
ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ (ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ)

ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ

1 вопрос

1. Произведите измерение затухания в оптическом волокне вносимых потерь (МЭК 874-1) с помощью оптического тестера. Опишите работу лазерного источника излучения и измерителя мощности. Перечислите основные характеристики типового прибора, приборные и методические погрешности измерения потерь.

2. Определите потери в сварном соединении, вносимые потери отражательного события при аппроксимации методом двух точек по рефлектограмме OTDR. Назовите приборные и методические погрешности определения этих параметров.

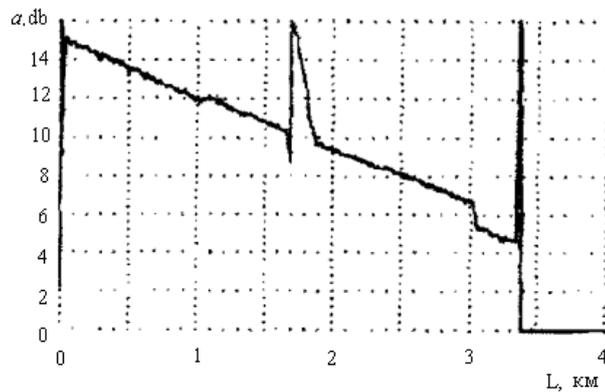


3. Определите коэффициент ошибок (BER) от расстояния по линии при мощности источника $P=2\text{дВм}$ с помощью демонстрационной программы Attenuation-Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer. При какой длине линии Q-фактор достигнет меньше допустимой величины равной 6? Проведите интерпретацию полученных результатов.

4. Определите основные характеристики линии передачи при длине линии $L=100\text{км}$ с помощью Attenuation-Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer. Прокомментируйте полученные результаты. Как с увеличением мощности источника они изменятся?

5. Спроектируйте и смоделируйте волоконно-оптическую систему с использованием волокна с компенсацией дисперсии для уменьшения хроматической дисперсии с помощью программы Dispersion Compensation импортированную из программы OptiPerformer. Длина линии передачи и потери 60 км и 6 дб соответственно. Остальные параметры установлены в программе. Проведите интерпретацию полученных результатов.

6. Определите потери в сварном соединении, вносимые потери отражательного события и потери на изгибе оптического волокна при аппроксимации методом наименьших квадратов по рефлектограмме OTDR. Назовите приборные и методические погрешности определения этих параметров.



7. Как изменится коэффициент ошибок в ВОСП при увеличении коэффициента дисперсии (DCF)? Раскройте связь между этими величинами программу Dispersion Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer.

8. Рассчитайте максимальную длину волокна с затуханием 5дб и удельными потерями 0,5 дб/км на основе уравнения баланса мощности. Бюджет мощности системы составляет 6 дб, допустимый Q- фактор равен 6. Проведите моделирование с помощью программы Attenuation-Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer и убедитесь, что она соответствует нормативным требованиям.

9. Рассчитайте длину волокна с ограниченной дисперсией для волоконно-оптической транспортной системы, которая использует стандартное одномодовое волокно и одномодовый лазерный диод с прямой модуляцией передатчик, используя программу Dispersion Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer при потерях в линии 6 дб. Дайте оценку полученным результатам.

10. При заданных чувствительности оптического приемника, например, $5 \cdot 10^{-22}$ Вт*Гц^{1/2} соответственно, найдите способы достижения заданного Q-фактора равного $Q = 6$ передачи сигналов. Воспользуйтесь для этого программой Receiver Sensitivity импортированной из программы OptiPerformer и объясните ход решения задачи.

11. Исследуйте зависимости параметров гаусова импульса на выходе линии связи в зависимости от фактора чирпирования, используя программу Gaussian pulse propagation импортированную из программы OptiPerformer. Дайте интерпретацию полученным результатам.

12. Определите чувствительность оптического приемника на основе PIN-фотодиода, определив минимальную принимаемую мощность, необходимую для достижения заданного Q-фактора равного $Q = 6$. Сравните результаты моделирования с результатами аналитического подхода. Воспользуйтесь для решения этой задачи программой Receiver Sensitivity импортированной из программы OptiPerformer. Мощность на входе фотоприемника устанавливается аттенуатором с переменным коэффициентом затухания.

13. Как изменится BER ВОСП при увеличении коэффициента дисперсии (DCF)? Раскройте связь между этими величинами программу Dispersion Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer.

14. Найдите джиттер и соотношение сигнал/шум в ВОСП при увеличении суммарных потерь в линии характеристиками. Какую роль играют эти параметры в телекоммуникационных системах? Воспользуйтесь для решения этой задачи программой Attenuation-Limited Fiber Length импортированную из программы OptiPerformer.

15. Проведите анализ изменения характеристик ВОЛП в зависимости от суммарных потерь по рефлектограммам OTDR. Как эти параметры изменяются от длительности зондирующих импульсов и времени усреднения?

2 вопрос

1. рассчитать коэффициент широкополосности W одномодового оптического волокна при $B(\lambda) = 20 \text{ пс/нм} \cdot \text{км}$, $M(\lambda) = 10 \text{ пс/нм} \cdot \text{км}$, $\Delta\lambda = 0.1 \text{ нм}$ и $L=1 \text{ км}$.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Что такое ширина спектра источника излучения $\Delta\lambda$?
- 2) Что такое относительная ширина спектра излучения?
- 3) Что такое материальная дисперсия?

2. Вычислите значения числовой апертуры NA , максимального угла ввода излучения в волокно Ω_m , а также величину дисперсионного параметра $\frac{\Delta T}{L}$ для ступенчатых волокон со следующими параметрами:

- а) $n_1 = 1.460$; $n_2 = 1$ (волокно без оболочки). Окружающая среда – воздух ($n_0 = 1$);
Дисперсионный параметр $\frac{\Delta T}{L}$ выразите в нс/км.

Сделайте вывод. В выводе отметить, как влияет увеличение разницы показателей преломления Δn на величину NA , Ω_m и величину межмодовой дисперсии.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Что такое числовая апертура?
- 2) Что такое дисперсия?
- 3) Какие виды дисперсии Вы знаете?
- 4) Что такое межмодовая дисперсия?

3. Сколько мод будет распространяться в волокне на длине волны: а) $\lambda = 1360 \text{ нм}$? Диаметр сердцевины волокна $8,3 \text{ мкм}$, диаметр оболочки 125 мкм . Показатель преломления сердцевины $1,468$; $\Delta = 0,48\%$.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение нормированная частота?
- 2) Как найти количество мод, распространяющихся в волокне:
 - а) для малых значений параметра V ,
 - б) для больших значений параметра V ?

3) Сформулируйте условие, при котором в волокне распространяется только одна мода?

4. Определите число мод, которое будет распространяться в градиентном волокне с диаметром сердцевины 62.5 мкм и диаметром оболочки 125 мкм. Показатель преломления сердцевины 1,465, показатель преломления оболочки 1,455.

Расчет провести для двух длин волн: а) $\lambda = 1580$ нм.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение нормированная частота?
- 2) Как найти количество мод, распространяющихся в волокне:
 - а) для малых значений параметра V ,
 - б) для больших значений параметра V ?

5. Найти диаметр сердцевины волокна, в котором будет распространяться только одна мода (ступенчатое волокно с показателем преломления сердцевины 1,469; $\Delta = 0,68\%$).

Расчет провести для двух длин волн: а) $\lambda = 1360$ нм.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение нормированная частота?
- 2) Как найти количество мод, распространяющихся в волокне:
 - а) для малых значений параметра V ,
 - б) для больших значений параметра V ?

6. Рассчитайте число мод, распространяющихся в волокне с показателем преломления сердцевины 1,48 и показателем преломления оболочки 1,45. Диаметр сердцевины 100 мкм, диаметр оболочки 140 мкм. **Расчет провести для длин волн:** а) $\lambda = 850$ нм.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение нормированная частота?
- 2) Как найти количество мод, распространяющихся в волокне:
 - а) для малых значений параметра V ,
 - б) для больших значений параметра V ?

7. Определить выполняется ли условие одномодового режима для ОВ с $d_c = 6$ мкм; $\Delta = 0,005$; $n_2 = 1,447$ на длине волны $\lambda = 1,3$ мкм.

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Сформулируйте условие, при котором в волокне распространяется только одна мода?
- 2) Объясните почему для каждого ли типа волокна существует одномодовый режим работы.
- 3) Дайте определение частоты отсечки?

8. Найти удельную полосу пропускания сигнала при использовании светодиодов с $\Delta\lambda = 53$ нм на длине волны $\lambda = 1310$ нм. Рассмотреть волокно grad MMF 62,5/125 (параметры волокна см. в таблице). Можно ли передавать по этому волокну сигнал с частотой модуляции 125 МГц при длине оптического сегмента 2 км?

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Сформулируйте условие, при котором в волокне распространяется только одна мода?
- 2) Дайте характеристику градиентного волокна?

Таблица

Тип волокна	Длина волны, нм	Δ	n_1	Длина волны нулевой дисперсии λ_0 , нм	Наклон нулевой дисперсии S_0 , пс/(нм)
grad MMF 62.5/125	850	0.02	1.46	1322–1354	<0.097
	1310				
	1550				

9. Показать, что число мод в волокне вычисляется для большого количества мод по следующей формуле:

а) для градиентного волокна с псевдопараболическим профилем показателя преломления ($\alpha = 2$)

$$N = V^2/4;$$

Для каждого случая нарисовать профиль показателя преломления (построить график зависимости $n(r)$).

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Сформулируйте условие, при котором в волокне распространяется только одна мода?
- 2) Дайте характеристику градиентного волокна?

10. Найти удельную полосу пропускания сигнала при использовании светодиодов с $\Delta\lambda = 45$ нм на длине волны $\lambda = 850$ нм. Рассмотреть волокно grad MMF 50/125 (параметры волокна см. в таблице). Можно ли передавать по этому волокну сигнал с частотой модуляции 120 МГц при длине оптического сегмента 5 км?

Тип волокна	Длина волны, нм	Δ	n_1	Длина волны нулевой дисперсии λ_0 , нм	Наклон нулевой дисперсии S_0 , пс/(нм
grad MMF 50/125	850	0.013	1.47	1297–1316	<0.101
	1310				
	1550				

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Сформулируйте условие, при котором в волокне распространяется только одна мода?
- 2) Дайте характеристику градиентного волокна?

11. Найти удельную полосу пропускания сигнала при использовании лазера с $\Delta\lambda = 0,1$ нм на длине волны $\lambda = 1540$ нм. Рассмотреть одномодовое волокно SF 8/125 (параметры волокна см. в таблице 3). Можно ли передавать по этому волокну сигнал с частотой модуляции 640 МГц при длине оптического сегмента 100 км?

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Сформулируйте условие, при котором в волокне распространяется только одна мода?
- 2) Дайте характеристику градиентного волокна?

Тип волокна	Длина волны, нм	Межмодовая дисперсия τ_{mod} , пс/км	Длина волны нулевой дисперсии λ_0 , нм	Наклон нулевой дисперсии S_0 , пс/(нм
SF 8/125	1310	0	1315	<0.092
	1510			

12. Найти удельную полосу пропускания сигнала при использовании лазера с $\Delta\lambda = 2$ нм на длине волны $\lambda = 1310$ нм. Рассмотреть одномодовое волокно SF 8/125 (параметры волокна см. в таблице). Можно ли передавать по этому волокну сигнал с частотой модуляции 125 МГц при длине оптического сегмента 100 км?

Тип волокна	Длина волны, нм	Межмодовая дисперсия τ_{mod} , пс/км	Длина волны нулевой дисперсии λ_0 , нм	Наклон нулевой дисперсии S_0 , пс/(нм)
SF 8/125	1310	0	1301,5–1321,5	<0.092
	1550			

13. Найти затухание в волокне SF 8/125 (параметры волокна см. в таблице). Найти удельную полосу пропускания сигнала при использовании лазера с $\Delta\lambda = 2$ нм на длине волны $\lambda = 1310$ нм. на длине оптического сегмента 100 км.. Учесть собственные потери в волокне (использовать соответствующий график) и кабельные потери. Затухание выразить в Дб. Сравнить полученное затухание с динамическим диапазоном стандартного приемопередатчика, который составляет 20 Дб. Если затухание превышает динамический диапазон в 20 Дб, найти максимальное расстояние, на которое можно передать сигнал (т. е. расстояние, на котором затухание составит 20 Дб).

Тип волокна	Длина волны, нм	Межмодовая дисперсия τ_{mod} , пс/км	Длина волны нулевой дисперсии λ_0 , нм	Наклон нулевой дисперсии S_0 , пс/(нм)
SF 8/125	1310	0	1301,5–1321,5	<0.092
	1550			

Ответьте на контрольные вопросы:

1) Причины затухания в волокне?

14. Оценить расстояние L_0 , при котором хроматическая τ_{chr} и поляризационная модовая дисперсия τ_{pmd} сравниваются по величине, если коэффициент хроматической дисперсии $D=2,4$ пс/(нм*км), коэффициент поляризационной модовой дисперсии $T=0,5$ пс/ км , а ширина спектрального излучения $\Delta\lambda = 0,03$ нм.

Ответьте на контрольные вопросы:

1) Что такое дисперсия?

2) Какие виды дисперсий вы знаете?

3) Что такое хроматическая дисперсия?

15. Найти затухание в волокне grad MMF 50/125 (параметры волокна см. в таблице) на длине волны $\lambda = 850$ нм оптического сегмента. Учесть собственные потери в волокне (использовать соответствующий график) и кабельные потери. Затухание выразить в Дб. Сравнить полученное затухание с динамическим диапазоном стандартного приемопередатчика, который составляет 30 Дб. Если затухание превышает динамический диапазон в 30 Дб, найти максимальное расстояние, на которое можно передать сигнал.

Тип волокна	Длина волны, нм	Δ	n_1	Длина волны нулевой дисперсии λ_0 , нм	Наклон нулевой дисперсии S_0 , пс/(нм
grad MMF 50/125	850	0.017	1.47	1297–1316	<0.101
	1310				
	1550				

Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Какие факторы влияют на затухание (потери) в волокне?
- 2) Что такое Дб (децибел)?
- 3) Что такое кабельные потери?

16. Рассчитать коэффициент затухания в ООВ для центральной длины волны стандартного диапазона при ПП сердцевины $n_1 = 1,46$. Потери в кабеле не учитывать.

- 1) Объясните какие физические процессы и явления влияют на затухание в волокне.
- 2) Методы уменьшения величины затухания.

3 вопрос

1. В системе LTSpice создать логические элементы 4И-НЕ и 4ИЛИ-НЕ используя базовые логические элементы 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ и элемент НЕ.

Использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Для обоих элементов выполнить анализ протекания переходных процессов при подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов со скважностью Q=2 и периодом 80 нс сдвинутых на 20 нс относительно друг друга. Третий входной сигнал Vx3 подать синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 160 нс. Четвертый входной сигнал Vx4 подать синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 320 нс. Определить времена переключения и времена задержки распространения выходных сигналов. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

2. В системе LTSpice создать базовые логические элементы нижнего уровня иерархии (на транзисторном уровне): 3И-НЕ и 3ИЛИ-НЕ. Использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Для обоих элементов выполнить анализ протекания переходных процессов при подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов со скважностью Q=2 и периодом 80 нс сдвинутых на 20 нс относительно друг друга. Третий входной сигнал Vx3

подать синхронно с V_{x1} в виде меандра с периодом 160 нс. Определить времена переключения и времена задержки распространения выходных сигналов. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

3. В системе LTSpice создать базовые логические элементы нижнего уровня иерархии (на транзисторном уровне): инвертор и двунаправленный ключ. Использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt. провести анализ по постоянному току (.DC) получить статические передаточные характеристики напряжения и тока для элемента НЕ.

Для обоих элементов выполнить анализ протекания переходных процессов при подаче входного сигнала в виде прямоугольных импульсов со скважностью $Q=2$ и периодом 80 нс. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

Тактирование ключа производить двуполярными импульсами длительностью 4 нс с периодом 40 нс.

4. В системе LTSpice создать базовые логические элементы нижнего уровня иерархии (на транзисторном уровне): 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ. Использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt. провести анализ по постоянному току (.DC) получить статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Для обоих элементов выполнить анализ протекания переходных процессов при подаче входных сигналов в виде прямоугольных импульсов со скважностью $Q=2$ и периодом 80 нс, сдвинутых на 20 нс относительно друг друга. Определить времена переключения и времена задержки распространения выходных сигналов. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

5. В системе LTSpice создать логические элементы «исключающее ИЛИ» используя базовые логические элементы 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ и элемент НЕ по классическому варианту, реализуя выражение $Y = V_{X1} * V_{X2} + V_{X1} * V_{X2}$ и его быстродействующий аналог на двух элементах НЕ и двух двунаправленных ключах на КМОП транзисторах.

Использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Для обоих элементов выполнить анализ протекания переходных процессов при подаче входных сигналов V_{x1} и V_{x2} в виде прямоугольных импульсов со скважностью $Q=2$ и периодом 80 нс и сигнала V_{x2} поданного синхронно с V_{x1} в виде меандра с периодом 160 нс. Определить времена переключения и время задержки распространения выходного сигнала для обоих вариантов логического элемента. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

6. Создать логический элемент «полусумматор» используя базовые логические элементы, а также элементы 2И и «исключающее ИЛИ».

Использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Выполнить анализ протекания переходных процессов (анализ .TRAN) при подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов со скважностью Q=2 и периодом 80 нс и сигнала Vx2 поданного синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 160 нс. Определить времена переключения и время задержки распространения выходного сигнала при использовании быстродействующего элемента «исключающее ИЛИ». Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю». Показать соответствие работы полусумматора таблице истинности.

7. В системе LTSpice создать логический элемент «полный одноразрядный сумматор» используя базовые логические элементы, а также элементы: «исключающее ИЛИ», «полусумматор» и 2ИЛИ.

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Выполнить анализ протекания переходных процессов (анализ .TRAN) при подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов со скважностью Q=2 и периодом 80 нс и сигнала Vx2 поданного синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 160 нс. Определить времена переключения и время задержки распространения выходного сигнала при использовании быстродействующего элемента «исключающее ИЛИ». Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю». Показать соответствие работы полного одноразрядного сумматора таблице истинности.

8. В системе LTSpice создать логический элемент «декодер» на 2 входа и 4 выхода используя базовые логические элементы НЕ и 2И-НЕ.

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Выполнить анализ протекания переходных процессов (анализ .TRAN) при подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов со скважностью Q=2 и периодом 80 нс и сигнала Vx2 поданного синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 160 нс. Определить времена переключения и время задержки распространения выходного сигнала при использовании быстродействующего элемента «исключающее ИЛИ». Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю». Показать соответствие работы декодера таблице истинности.

9. В системе LTSpice создать логический элемент «тактируемый декодер» на 2 входа и 4 выхода используя базовые логические элементы, а также элементы 3И. Для этого сначала создаем логический элемент 3И из базовых элементов 3И-НЕ и элемента НЕ.

Затем создать логический элемент «тактируемый декодер» на 2 входа и 4 выхода используя базовые логические элементы НЕ и созданный элемент 3И в соответствии со следующей схемой:

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока.

Выполнить анализ протекания переходных процессов (анализ .TRAN) при подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов со скважностью $Q=2$ и периодом 80 нс и сигнала Vx2 поданного синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 160 нс. Тактирование осуществлять сигналом VC со следующими характеристиками: амплитуда импульсного сигнала 5 В, время задержки импульса 10 нс, длительность импульса 20 нс, период 40 нс. Определить времена переключения и время задержки распространения выходного сигнала. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю». Показать соответствие работы тактируемого декодера таблице истинности.

10. В системе LTSpice создать логический элемент «декодер» на 4 входа и 16 выходов используя базовые логические элементы, а также элементы «тактируемый декодер» на 2 входа и 4 выхода по следующей схеме.

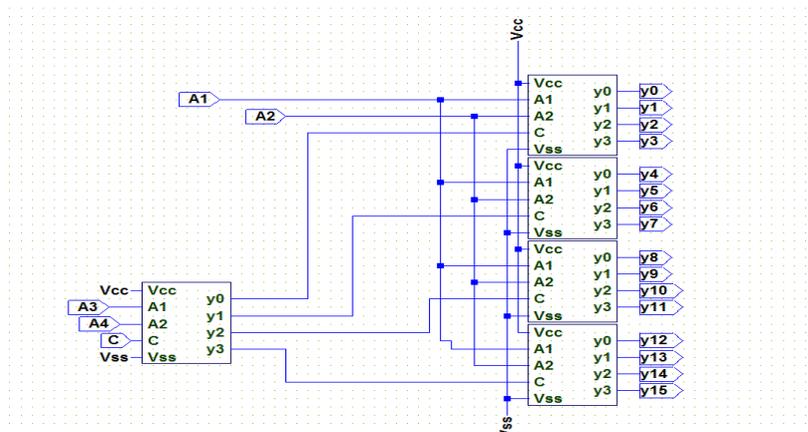


Рис. Схема декодера на 4 входа и 16 выходов

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt провести анализ по постоянному току (.DC) получив статические передаточные характеристики напряжения и тока для выхода Y0.

Выполнить анализ протекания переходных процессов при синхронной подаче входных сигналов Vx1 и Vx2 в виде прямоугольных импульсов амплитудой 5 В со скважностью $Q=2$ и периодом 40 нс и 80 нс, соответственно. Входные сигналы Vx3 и Vx4 подать синхронно с Vx1 в виде меандра с периодом 160 нс и 320 нс, соответственно. Определить времена переключения и времена задержки распространения выходных сигналов относительно тактового сигнала C и относительно адресных сигналов A1 и A2. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого

выхода на питание и «землю». Показать соответствие работы декодера на 4 входа и 16 выходов таблице истинности.

11. В системе LTSpice создать логический элемент «мультиплексор/демультиплексор» на 4 канала используя базовые логические элементы, а также элемент «тактируемый декодер» на 2 входа и 4 выхода по следующей схеме.

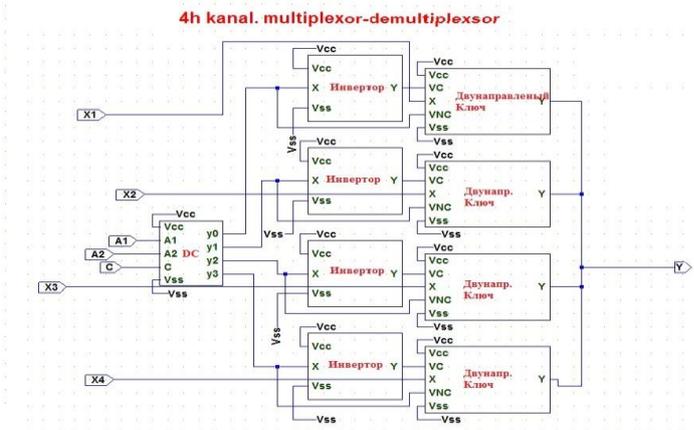


Рис. Схема мультиплексора/демультиплексора на 4 канала.

Выполнить анализ (.TRAN) протекания переходных процессов в устройстве при использовании его в качестве демультиплексора. Для этого на вход демультиплексора (в нашей схеме выход Y) подать сигнал в виде

прямоугольных импульсов (типа меандр, т.е. скважность $Q = 2$) амплитудой 5 В и периодом 40 нс. На адресные входы A1 и A2 синхронно с входным сигналом подавать аналогичные сигналы с периодами 400 и 800 нс, соответственно. На тактовый вход C подать синхронно с входным сигналом Y сигнал амплитудой 5 В со следующими временными параметрами: задержкой 100 нс, длительностью импульсов 200 нс и периодом 400 нс.

Для анализа использовать параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt. При правильном функционировании входной сигнал Y должен появляться на выходах (в нашем случае это выводы X1, X2, X3 и X4) поочередно во времени. Определить времена переключения и времена задержки распространения выходных сигналов относительно входного сигнала Y, тактового сигнала C и относительно адресных сигналов A1 и A2. Напряжение питания +5 В, нагрузка емкостная в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

12. В системе LTSpice создать логические элементы асинхронных R-S триггеров используя базовые логические элементы 2И-НЕ по следующим схемам.

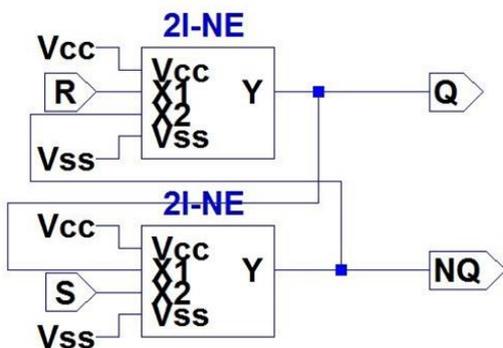


Рис. Схема асинхронного R-S триггера на элементах 2И-НЕ

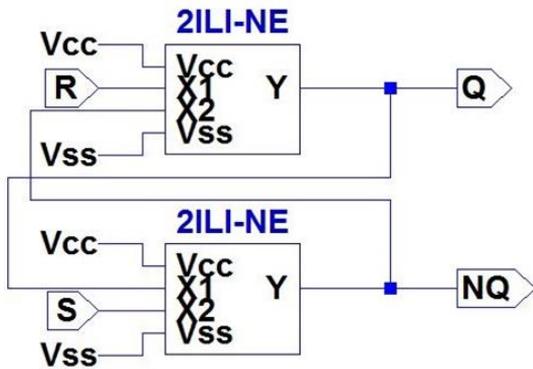


Рис. Схема асинхронного R-S триггера на элементах 2ИЛИ-НЕ

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ (.TRAN) протекания переходных процессов в триггерах. Для этого на вход R подать сигнал в виде прямоугольных импульсов (типа меандр, т.е. скважность $Q = 2$) изменяющийся от 5 В до 0 и периодом 80 нс, а на вход S сигнал такого же типа, но изменяющийся от 0 до 5 В и периодом 160 нс. Определить правильность функционирования триггеров и максимальную рабочую частоту при напряжении питания +5 В и емкостной нагрузке в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

13. В системе LTSpice создать логический элемент D триггер типа защелка (latch) используя базовые логические элементы НЕ и двунаправленный ключ по следующей схеме.

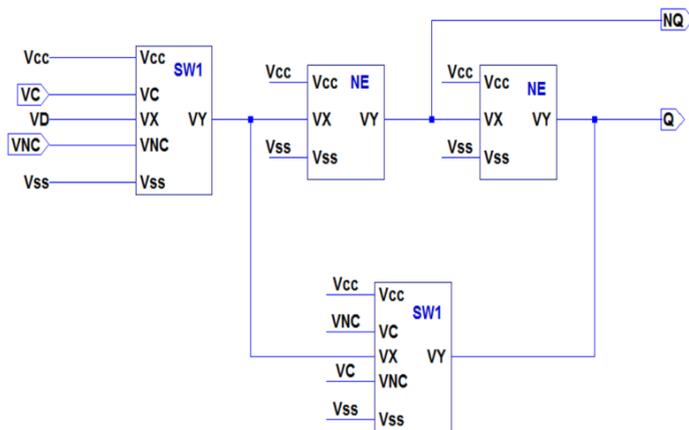


Рис. D триггер типа защелка

Тактирование ключей производить в противофазе двуполярными импульсами длительностью 4 нс с периодом 40 нс. (см. Рис.3 в задании 1). Входной сигнал в виде меандра с периодом 80 нс. Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ (.TRAN) протекания переходных процессов в триггере. Определить минимальную длительность тактового импульса, времена предустановки и удержания информационного сигнала относительно тактового. Напряжение питания +5 В и емкостная нагрузка в виде двух конденсаторов емкостью 0,1 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

14. В системе LTSpice создать логический элемент одноступенчатый тактируемый R-S триггер используя базовые логические элементы 2И-НЕ по следующей схеме.

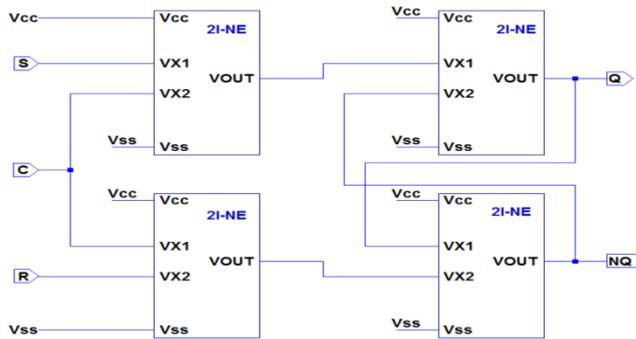


Рис. Схема одноступенчатого тактируемого R-S триггера

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ (.TRAN) протекания переходных процессов в триггере. Для этого на вход R подать сигнал в виде прямоугольных импульсов (типа меандр, т.е. скважность $Q = 2$) изменяющийся от 5 В до 0 и периодом 80 нс, а на вход S сигнал такого же типа, но изменяющийся от 0 до 5 В и периодом 160 нс. Тактовый сигнал C подавать с задержкой 15 нс относительно начала информационных длительностью 10 нс с периодом 40 нс. Определить минимальную длительность тактовых импульсов при напряжении питания +5 В и емкостной нагрузке в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

15. В системе LTSpice создать логический элемент двухступенчатый тактируемый R-S триггер используя базовые логические элементы 2И-НЕ по следующей схеме.

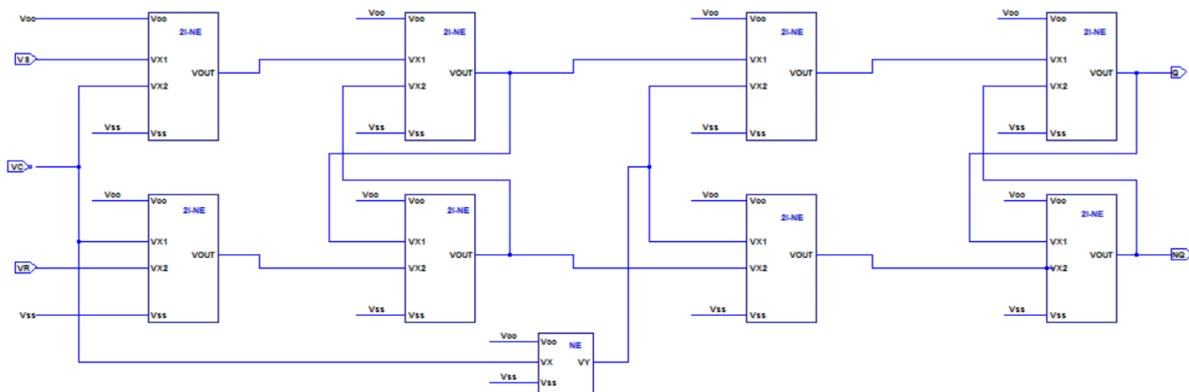


Рис. Схема двухступенчатого тактируемого R-S триггера

Используя параметры моделей транзисторов с именами P1 и N1 из файла modeliN1P1.txt и провести анализ (.TRAN) протекания переходных процессов в триггере. Для этого на вход R подать сигнал в виде прямоугольных импульсов (типа меандр, т.е. скважность $Q = 2$) изменяющийся от 5 В до 0 и периодом 80 нс, а на вход S сигнал такого же типа, но изменяющийся от 0 до 5 В и периодом 160 нс. Тактовый сигнал C подавать с задержкой 15 нс относительно начала информационных длительностью 10 нс с периодом 40 нс. Определить минимальную длительность тактовых импульсов при напряжении питания +5 В и емкостной нагрузке в виде двух конденсаторов емкостью 0,2 пФ подключаемых от каждого выхода на питание и «землю».

ОБРАЗЕЦ ОТВЕТА

1 вопрос

1. Пояснительная записка и порядок выполнения заданий 2 и 3.

В методе обратного рассеяния свет вводится и выводится на одном конце волоконного световода (рис.1).

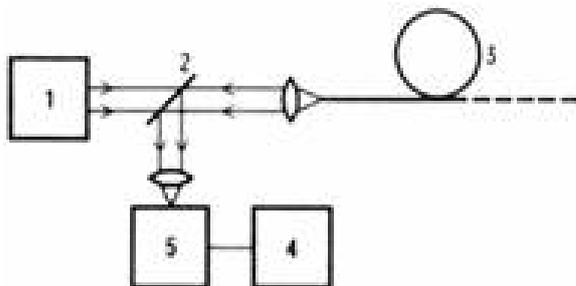


Рис.1. 1 – Источник света, 2 – Светоделитель, 3 – Волоконный световод, 4 – Устройство оценки данных, 5 – Фотодетектор

В основу метода положено рэлеевское рассеяние, а также френелевское отражение от неоднородностей волокна. В то время как основная часть световой мощности распространяется в направлении "вперед", небольшая ее часть рассеивается назад к передатчику. Эта мощность обратного рассеяния, по мере прохождения назад по волоконному световоду, также претерпевает затухание. Оставшаяся часть мощности с помощью светоделителя, например полупрозрачного зеркала, расположенного перед световодом, выводится и измеряется. По этой световой мощности обратного рассеяния и времени прохождения по световоду можно построить кривую, на которой наглядно видно затухание по всей длине световода (см. рис.2). Прохождение сигнала обратного рассеяния во времени можно легко наблюдать с помощью осциллоскопа.

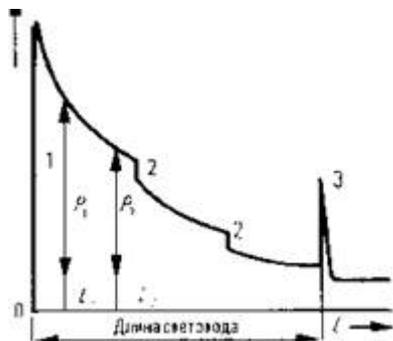


Рис.2. 1 – Обратное рассеяние в начале световода, 2 – Обратное рассеяние в соединителе, 3 – Обратное рассеяние в конце световода .

Если коэффициент затухания и коэффициент обратного рассеяния остаются постоянными по длине световода, то кривая убывает от начала световода экспоненциально. Из-за скачка показателя преломления в начале и конце световода относительно большая часть световой мощности рассеивается обратно в этих местах, что обуславливает наличие пиков в начале и конце кривой. По разности времени Δt между этими двумя пиками, скорости света в вакууме C_0 и групповому показателю преломления n_g в стекле сердцевины можно рассчитать длину L волоконного световода:

$$L = \frac{\Delta t \cdot C_0}{2 \cdot n_g} \quad (1)$$

где: L - длина волоконного световода, км , Δt - разность времени между пиками начального и конечного импульсов, C_0 - скорость света в вакууме 300 000 км/с , n_g - действительный групповой показатель преломления стекла сердцевины.

Коэффициент затухания для любого участка световода между точками и подсчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{5}{L_2 - L_1} \cdot \log \frac{P(L_1)}{P(L_2)}. \quad (2)$$

Вследствие того, что свет проходит вперед и назад, здесь используется коэффициент 5 в противоположность коэффициенту 10, используемому в аналогичном уравнении для метода светопропускания. Это уравнение имеет силу, исходя из предложения, что коэффициент обратного рассеяния, числовая апертура и диаметр сердцевины остаются неизменными по длине световода. Если это не обеспечивается, то рекомендуются провести два измерения на обоих концах световода, а результаты усреднить. Поскольку мощность обратного рассеяния относительно мала, выдвигаются повышенные требования к чувствительности приемника. Для улучшения принимаемого сигнала проводится многократное усреднение отдельных измеренных величин. Измерительные приборы, работающие по принципу обратного рассеяния, называются оптическими рефлектометрами, в которых реализован метод наблюдения за отраженным сигналом. Наряду с измерением коэффициента затухания можно определить местоположения дефектов (изломов) в волоконном световоде, а также проверить оптические потери в соединенных световодах (скачки затухания из-за разъемных и неразъемных соединений).

Метод обратного рассеяния документально описан в Европейском стандарте EN 188000 (национальный немецкий стандарт VDE 0888, часть 101) и в международном стандарте МЭК (IEC 60793-1-4, метод SIC).

Алгоритм обработки результатов измерений рефлектограмм предусматривает следующее:

- выделение «неискаженных», «квазирегулярных» участков и аппроксимация их линейными зависимостями;
- прогноз поведения рефлектограммы на участках с неоднородностями на основе результатов линейной аппроксимации прилегающих «квазирегулярных» участков;
- расчет искомых параметров ОК по полученным теоретическим зависимостям.

Аппроксимация «неискаженных» участков осуществляется на основе соотношения (5) в масштабе $5 \lg P_s$

$$P_s \text{ (db)} = y = a + bx. \quad (6)$$

Параметры аппроксимации определяются либо методом двух точек (2PA), либо методом наименьших квадратов (LSA). Принцип аппроксимации методом двух точек иллюстрирует рис. 3.

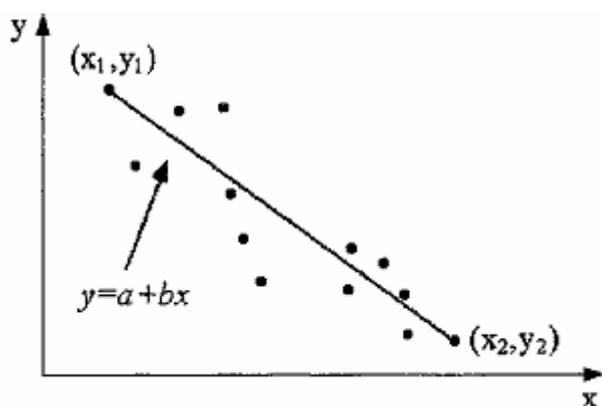


Рис. 3.

При этом $a = y_1$, $b = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)$

Где y_1 , y_2 - уровень мощности обратного рассеянного потока в выбранных измерителем точках (дБм);

x_1 , x_2 - расстояние от точки ввода излучения в ОВ до выбранных измерителем точек 1 и 2 соответственно (км).

Принцип определения параметров аппроксимации методом наименьших квадратов демонстрируется на рис.4.

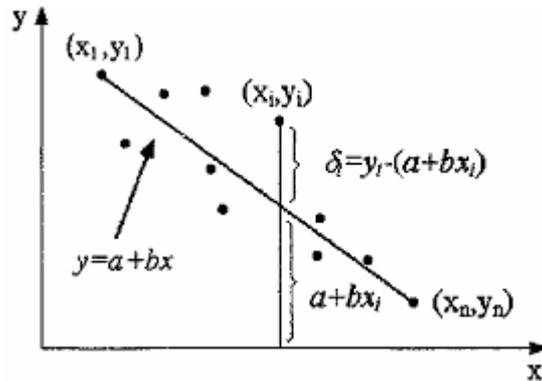


Рис.4.

Как показано на рис. 4, исследуемый участок рефлектограммы между выбранными точками (x_1, y_1) и (x_n, y_n) разбивается на $(n-1)$ интервалов и по рефлектограмме определяются значения (x_i, y_i) для каждой границы интервалов $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. Параметры аппроксимации a, b получают из условий минимума значения суммы S квадратов отклонений Δ_i теоретической и экспериментальной кривой:

$$S = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2 \quad (4)$$

или

$$S = (y_1 - a - bx_1)^2 + (y_2 - a - bx_2)^2 + \dots + (y_n - a - bx_n)^2 \quad (5)$$

путем решения системы уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

которая описывает условия минимума величины S . Решение данной системы уравнений записывается в виде:

$$a = \frac{\bar{y} \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \bar{x} \sum_{i=1}^n (x_i y_i)}{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 - n(\bar{x})^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i y_i) - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 - n(\bar{x})^2} \quad (7)$$

где

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i) ;$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i) ;$$
(8)

Как правило, в оптических рефлектометрах имеется возможность выбора способа определения параметров линейной аппроксимации в зависимости от вида рефлектограмм и измеряемой характеристики волокна.

Величина затухания оценивается как разность уровней мощностей оптического излучения до и после неоднородности. Измерение затухания на стыках Оптических волокон по рефлектограмме производится в следующем порядке. Выделяются квазирегулярные участки до и после неоднородности и отмечаются маркерами. Маркеры 1 и 2 располагаются до стыка, а маркеры 4 и 5 – после него. Один маркер 3 устанавливается непосредственно перед точкой стыка. Маркеры 2 и 4 располагаются по возможности ближе к стыку. Расстояния между маркерами 1-2 и 4-5 стремятся выдержать одинаковыми. Квазирегулярные участки между маркерами 1-2 и 4-5 аппроксимируются линейными зависимостями графическим методом, методом двух точек или методом наименьших квадратов. Затем полученные теоретические прямые экстраполируются в сторону сварного соединения. Расстояние по оси ординат между этими прямыми в точке установки маркера 3 определяет искомую величину затухания сварного соединения a_c . Принцип определения затухания сварного стыка по пятимаркерной схеме иллюстрирует рис. 5.

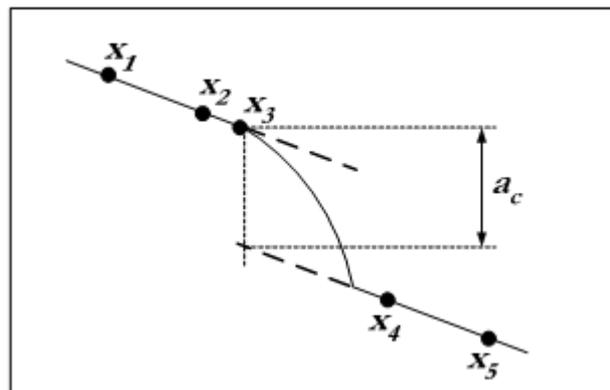


Рис. 5.

Следует отметить, что для исключения систематической погрешности, при определении затухания стыков рекомендуется производить двухсторонние измерения и результат определять в соответствии с соотношением

$$a_c = [(a_c)_A + (a_c)_B] / 2$$

где $(a_c)_A$ и $(a_c)_B$ - затухания стыка измеренные со стороны А и со стороны В соответственно.

Определение потерь в соединении производят следующим образом.

Выделяют на рефлектограмме точки 1-5. Определяют их координаты и потери в этих точках. Находят удельные потери на отрезках $X_1 - X_3$ и $X_4 - X_5$, а затем и в точке X_3 по экстраполяции линии $X_1 - X_2$ и $X_4 - X_5$. Разность этих значений и есть a_c (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Метод двух точек					
α_1	∂B		L_1	m	
α_2	∂B		L_2	m	
α_3	∂B		L_3	m	
α_4	∂B		L_4	m	
α_5	∂B		L_5	m	
$\alpha_{1,2}$				$\partial B/км$	
$\alpha_{4,5}$				$\partial B/км$	
$P'_S = a_2 - \alpha_{1,2}(L_3 - L_2) $				∂B	
$P''_S = a_4 + \alpha_{4,5}(L_4 - L_3) $				∂B	
$a_c = P''_S - P'_S$				∂B	

В случае применения метода наименьших квадратов при аппроксимации «квазирегулярных» участков, прилегающих к сварному стыку, расстояния между маркерами 1 и 2, и 4 - 5 рекомендуется разбить на 5 равных интервалов (т.е. $n=6$). В приведенных в таблице 2 соотношениях y_i и x_i , - координаты границ интервалов разбиения по соответствующим осям. Очевидно, что началу первого интервала разбиения y_1 : x_1 соответствуют координаты маркера 1 - ($a_1 : L_1$), а концу пятого интервала разбиения y_6 : x_6 координаты маркера 2 - ($a_2 : L_2$).

Аналогично определяются координаты интервалов разбиения при определении параметров аппроксимации на участке маркеров 4-5.

Таблица 2.

Метод наименьших квадратов			
Между маркерами 1-2		Между маркерами 4-5	
$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$		$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	
$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$		$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$	
$A_{1,2} = \left[\sum_{i=1}^n (x_i y_i) \right] - n \bar{X} \cdot \bar{Y}$		$A_{4,5} = \left[\sum_{i=1}^n (x_i y_i) \right] - n \bar{X} \cdot \bar{Y}$	
$B_{1,2} = \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 \right] - n \bar{X}^2$		$B_{4,5} = \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 \right] - n \bar{X}^2$	
$\alpha_{1,2} = \frac{A_{1,2}}{B_{1,2}}, \left[\frac{\partial B}{км} \right]$		$\alpha_{4,5} = \frac{A_{4,5}}{B_{4,5}}, \left[\frac{\partial B}{км} \right]$	
$P'_S = a_2 - \alpha_{1,2}(L_3 - L_2) , [\partial B]$		$P''_S = a_4 - \alpha_{4,5}(L_4 - L_3) , [\partial B]$	
$a_c = P''_S - P'_S, [\partial B]$			

Пояснительная записка и порядок выполнения задания 4, 5, 7, 10, 12, 14.

Согласно рекомендациям стандарта ИТУ-Т G.957 определение коэффициента ошибок в ВОСП проводится по глаз-диаграммам.

Глаз-диаграмма представляет собой результат многократного наложения битовых последовательностей с выхода генератора ПСП, отображаемый на экране осциллографа виде диаграммы распределения амплитуды сигнала по времени. Пример глаз-диаграммы с указанием основных параметров представлен на рис. 1.

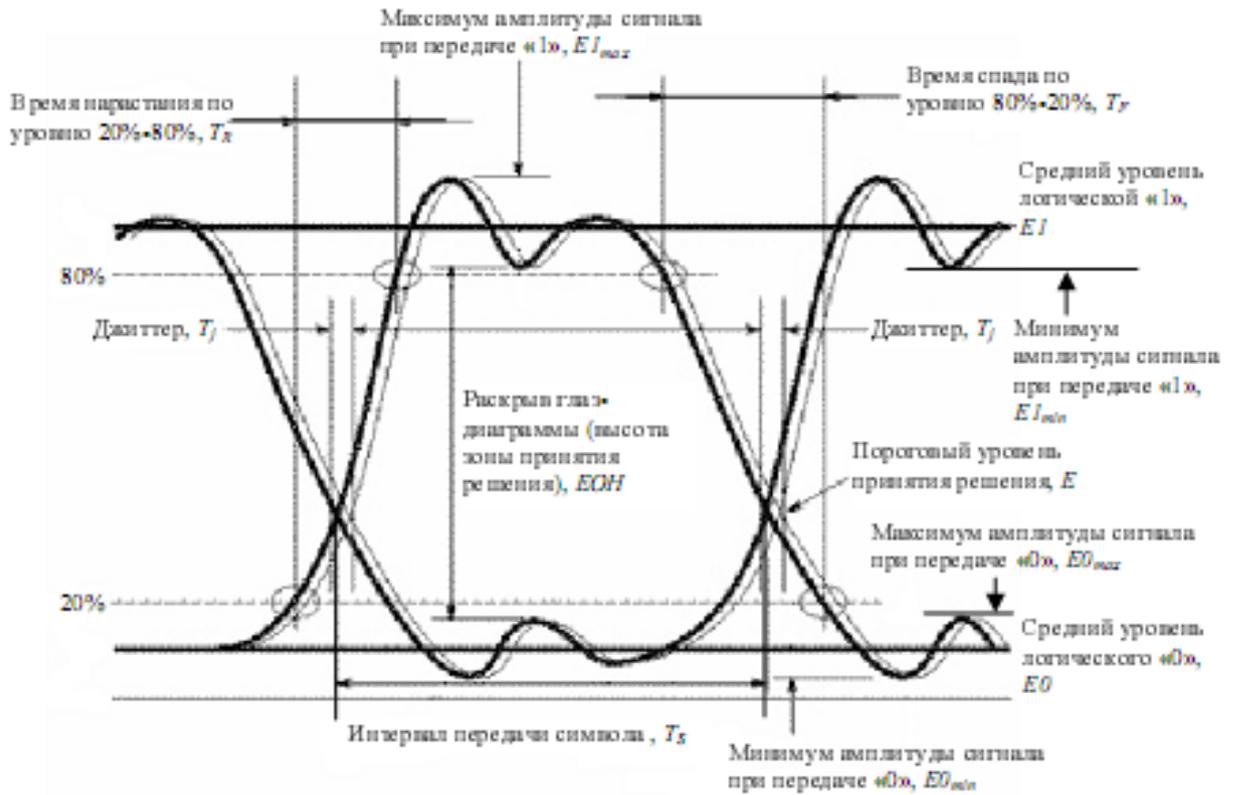


Рис.1.

Расстановка маркеров при измерении энергетических характеристик и сигнала по глаз-диаграмме точках $\varphi=\pi$, $\varphi=0$ $\varphi=2\pi$ представлена на рис. 2.

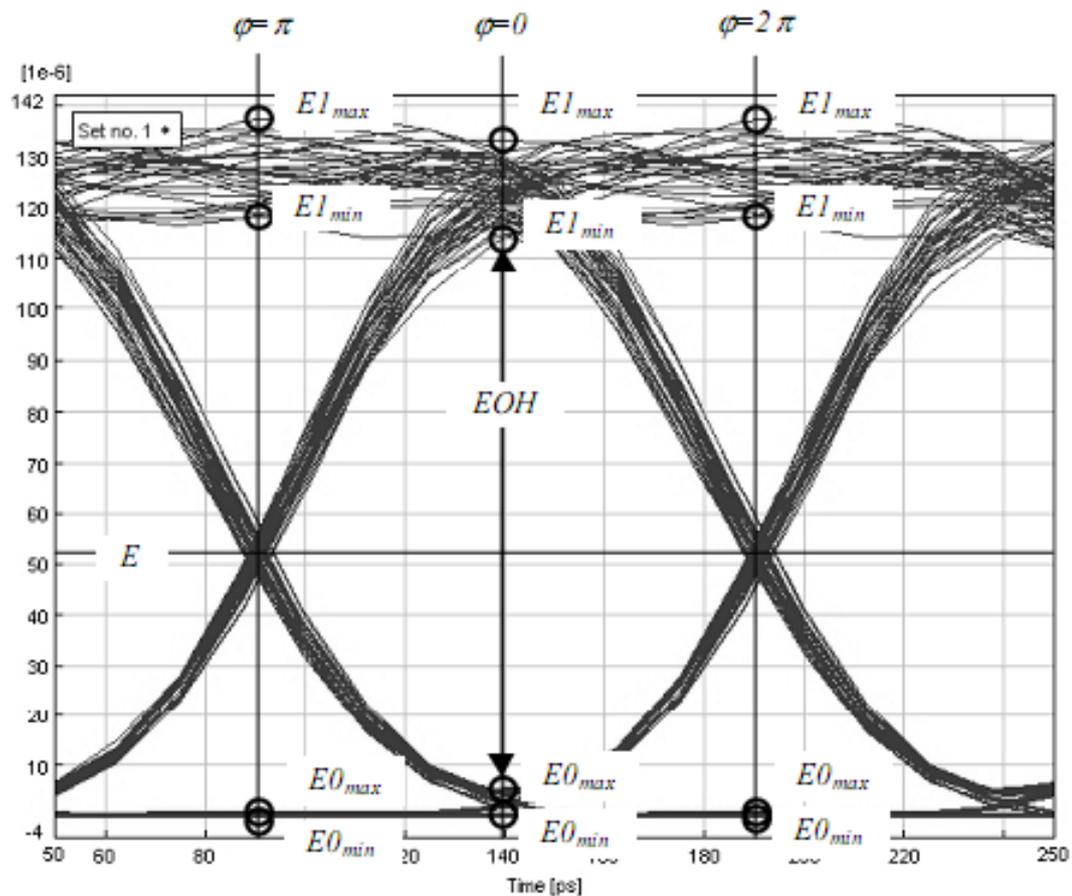


Рис.2.

Эффекты уширения импульса, а также фазовое дрожание сигнала вызывают появление взаимных искажений между символами, что приводит пересечению глаз-диаграммы с временной осью разные промежутки времени. Максимальная ширина области пересечения с временной осью определяется как пиковое фазовое дрожание или джиттер передачи данных T_j . Джиттер измеряется обычно единицах времени или как отношение интервалу передачи символа T_j/T_s . Расстановка маркеров при измерении параметров сигнала во временной области по глаз-диаграмме представлена на рис. 3.

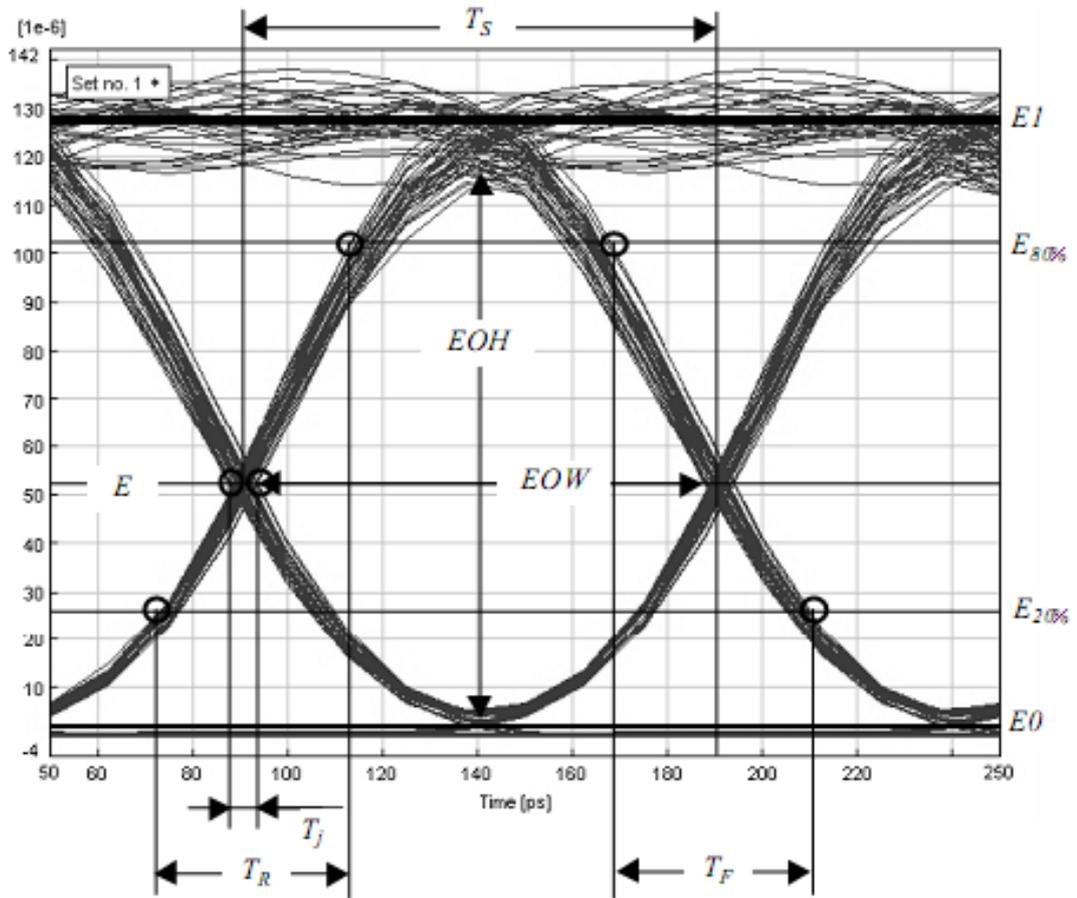


Рис.3.

Структурная схема измерения глаз-диаграммы канала N - канальной системы WDM представлена на рис. 4 и состоит из следующих компонентов: источников оптического излучения (лазерные диоды - LD), оптических мультиплексоров (MUX), оптических усилителей (OA), оптических волокон (OB), волокон, компенсирующих дисперсию (DCF), анализатора канала (Analyzer).

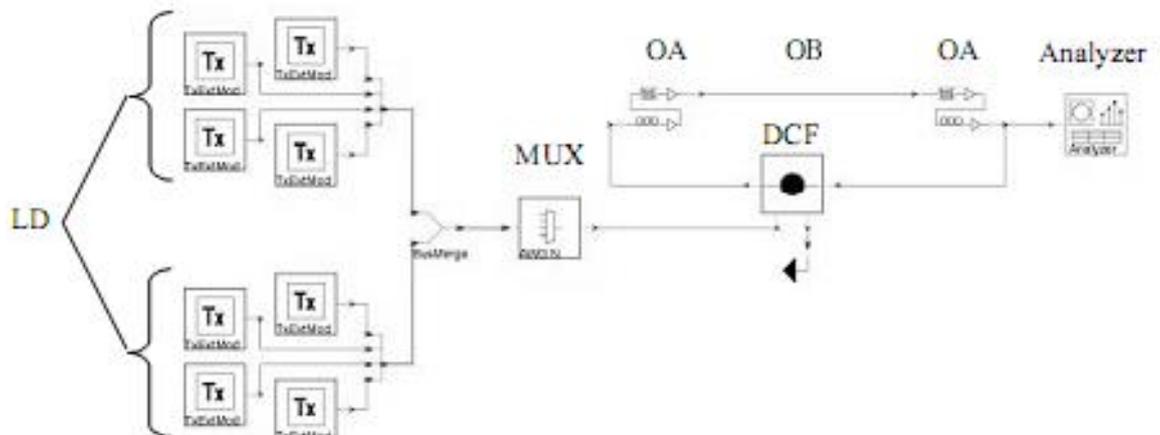


Рис.4.

Перед запуском программы необходимо выполнить установку исходных данных (рис. 5): длину линейного тракта ВОЛП (SMFlength) 1...160км, коэффициент затухания OB (SMFattenuation) 0,2...0,4 дБ/км. Выполнить установку исходных данных, запустить программу построения глаз-диаграммы первого канала 8- канальной системы WDM. По

завершении программы автоматически появляется оболочка в анализатора каналов режиме анализатора оптического спектра (OSA), внешний вид которой представлен на рис.6.



Рис.5.

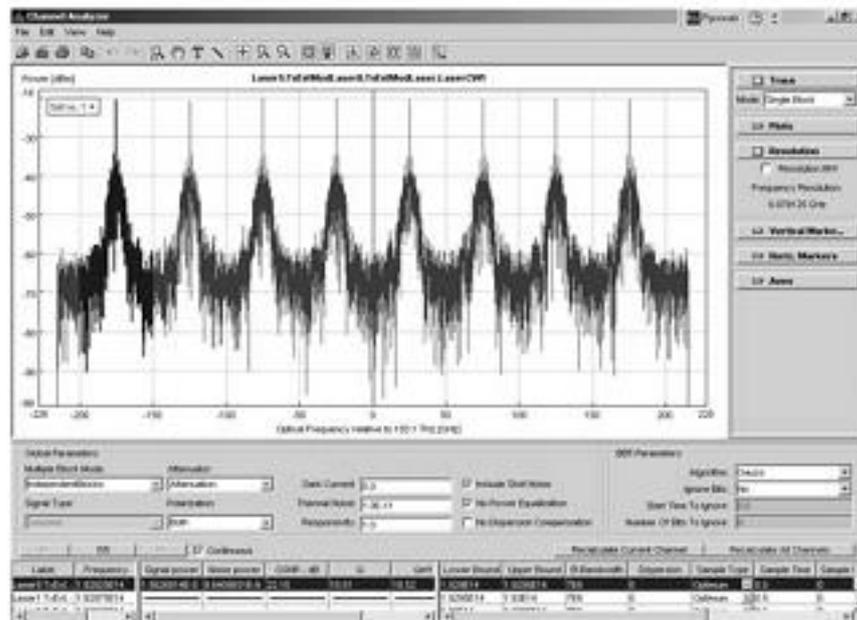


Рис.6.

Переключитесь режим глаз-диаграммы, нажав клавишу «Eye» в верхней панели управления. Для увеличения обзора исследуемой глаз-диаграммы отключите информационную таблицу расчета помехоустойчивости системы WDM отжав клавишу «Show/hide channel table panel» на верхней панели управления. Согласно схемам расстановки маркеров, представленным (рис.2), по полученной глаз-диаграмме выполните измерение в перечисленных табл.1 энергетических параметров формы сигнала.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Условное обозначение
1	Максимум амплитуды сигнала при передаче логической «1»	мВт	$E1_{max}$
2	Минимум амплитуды сигнала при передаче логической «1»	мВт	$E1_{min}$
3	Средняя мощность сигнала при передаче логической «1»	мВт	$E1$
4	Максимум амплитуды сигнала при передаче логического «0»	мВт	$E0_{max}$
5	Минимум амплитуды сигнала при передаче логического «0»	мВт	$E0_{min}$
6	Средняя мощность сигнала при передаче логического «0»	мВт	$E0$
7	Мощность сигнала по уровню 80% относительно $E1$	мВт	$E_{80\%}$
8	Мощность сигнала по уровню 20% относительно $E1$	мВт	$E_{20\%}$
9	Пороговый уровень принятия решения	мВт	E

Используйте операцию масштабирования, а также систему вертикальных/горизонтальных маркеров. Измерение параметров, указанных таблице 1 необходимо выполнить точках исследуемой глаз-диаграммы $\varphi=\pi$, $\varphi=0$ $\varphi=2\pi$ (рис. 4). Средняя мощность сигнала при передаче логической «1» оценивается как среднее арифметическое максимума $E1_{max}$ минимума $E1_{min}$ амплитуды сигнала при передаче логической «1», соответственно:

$$E1 = (E1_{max} + E1_{min}) / 2 \quad (1)$$

Аналогичным образом определяется средняя мощность сигнала при передаче логического «0»:

$$E1 = (E0_{max} + E0_{min}) / 2 \quad (2)$$

Мощность сигнала по уровню 80% $E_{80\%}$ определяется относительно средней мощности сигнала при передаче логической «1» $E1$:

$$E1_{80\%} = 0,8 E1 \quad (3)$$

Соответственно, $E_{20\%}$ определяется относительно средней мощности сигнала при передаче логической «1» $E1$ по уровню 20%:

$$E1_{20\%} = 0,2 E1 \quad (4)$$

Коэффициент гашения (EX – Extinction Ratio) является мерой оценки глубины модуляции источника оптического излучения передающего модуля ВОСП. EX является одной из составляющих, определяющих протяженность и линейного тракта, обеспечивающей надежные передачу прием сигнала. Глубина модуляции определяется как логарифм отношения средней мощности сигнала при передаче логической «1» к средней мощности сигнала при передаче логического «0»:

$$EX = 10 \lg E1 / E0, \text{ дБ} \quad (5)$$

Q-фактор – это параметр, который непосредственно отражает качество сигнала цифровой СП. Существует определенная функциональная зависимость Q-фактора сигнала измеряемого коэффициента ошибок BER. Q - фактор определяется путем статистической обработки результатов измерения амплитуды и фазы сигнала на электрической уровне, а именно – непосредственно по глаз-диаграмме. При этом выполняется построение функции распределения состояний «1» и «0», а для этих распределений, в предположении их Гауссовой формы, оцениваются математические ожидания состояний $E1$ и $E0$ и среднеквадратические отклонения $\sigma1$ и $\sigma0$. Q-фактор рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = (|E1 - E0|) / (\sigma_1 + \sigma_0) \quad (6)$$

Среднеквадратические отклонения σ_1 и σ_0 определяются относительно максимального/минимального значения амплитуды сигнала и в при передаче «1» «0», согласно правилу «трех сигма», в предположении Гауссовой формы распределения состояний «1» «0»:

$$\sigma_1 = (E1_{\max} - E1_{\min})/6 \quad (7)$$

$$\sigma_2 = (E0_{\max} - E0_{\min})/6 \quad (8)$$

Оптимальное значение порогового уровня принятия решения E_{\min} , при котором коэффициент ошибок BER принимает минимальное значение, также можно определить через Q-фактор:

$$E_{\min} = (|\sigma_0 E1 + \sigma_1 E0|) / (\sigma_1 + \sigma_0) \quad (9)$$

При этом сам коэффициент ошибок BER определяется по следующей формуле:

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right) = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{Q^2}{2}\right) \quad (10)$$

где erfc – вспомогательная функция интеграла ошибок:

$$\operatorname{erfc}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{\beta^2}{2}\right) d\beta \quad (11)$$

Необходимо отметить, что приближенная формула расчета BER, справедлива при значениях аргумента erfc больше 3.

Вопрос 2

Пример решения задачи.

15. Оценить расстояние L_0 , при котором хроматическая τ_{chr} и поляризационная модовая дисперсия τ_{pmd} сравниваются по величине, если коэффициент хроматической дисперсии $D=2$ пс/(нм*км), коэффициент поляризационной модовой дисперсии $T=0,5$ пс/ км, а ширина спектрального излучения $\Delta\lambda = 0,05$ нм .

Приравнивая выражения $\tau_{\text{chr}}=D\Delta\lambda L$ и $\tau_{\text{pmd}} = T\sqrt{L}$, находим $L_0 = (T/D\Delta\lambda)^2=25$ км. Если при $L > L_0$, поляризационной модовой дисперсией можно пренебречь, то при $L < L_0$, наоборот, ее следует строго учитывать. Проблема поляризационной модовой дисперсии возникает при обсуждении проектов построения супермагистралей (>100 Гбит/с) городского масштаба.

16. Оценить максимально допустимое расстояние оптического сегмента L_{\max} , на которое можно передать одноканальный сигнал с частотой $f=100$ ГГц без ретрансляции, исходя из ограничений, вносимых поляризационной модовой дисперсией, если коэффициент поляризационной модовой дисперсии $T=0,1$ пс/км.

На основании соотношения $W = \frac{0.44}{\tau}$ получаем: $\tau_{\text{pmd}} = T\sqrt{L} < \frac{0.44}{W}$. Отсюда $L_{\max} = \left(\frac{0.44}{WT}\right)^2 = (0.44/(100 * 10^9 * 1 * 10^{-12}))^2 \approx 19$ км. При $T= 0,5$ пс/ км расстояние возрастает до 77 км.

4.4.2 Литература

1. Н.И.Горлов. Метрологическое обеспечение и техническая эксплуатация телекоммуникационных систем (конспект лекций), http://www.studmed.ru/gorlov-ni-metrologicheskoe-obspechenie-i-tehnicheskaya-ekspluataciya-telekommunikacionnyh-sistem_86cda5af115.html.

2. Б.П.Хромой. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учебное пособие/ под общей редакцией Б.Н.Тихонова.- Горячая линия-Телеком, 2007. - 374 с.
3. Листвин А.В., Листвин В.Н. Рефлектометрия оптических волокон. М.: ЛЕСАРарт, 2005.
4. А.Е.Мандель. Методы и средства измерения в волоконно-оптических линиях связи. – Томск: ТУСУР, 2006.
5. В.Е. Митрохин. Измерения в волоконно-оптических системах передачи: учеб. пособие для вузов ж. д. трансп./ В. Е. Митрохин. - М.: ГОУ УМЦ ЖДТ, 2007.
6. А.В. Бурдин. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах (конспект лекций), <http://sits.psuti.ru/materials.html>, 2010.
7. М.С.Былина и др. Измерения параметров волоконно-оптических трактов. Санкт-Петербург, Изд. С-Пб. ГУТ им. М.А.Бонч-Бруевича. 2007.
8. Д. Бэйли, Э.Райт. Волоконная оптика. Теория и практика. М.: КудинцПресс. 2008.
9. Захаров Н.П., Тимошенко С.П., Крупнов Ю.А. Оптико-электронные узлы электронно-вычислительных средств, измерительных приборов и устройств автоматики. М.: БИНОМ. 2008.
10. Шумилин Н.П. Измерения в технике проводной связи., - М':. Связь, 2001г.
11. Нефедов В.И., Хахин В.И., Федорова Е.В. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах., - М.: Высшая школа, 2001г.
12. Андрушко, Л.М. Волоконно-оптические линии связи / Л.М. Андрушко, И.И. Гроднев, И.П. Панфилов. - М.: Радио и связь, 1985. - 136 с.
13. Иоргачев Д.В. Волоконно - оптические кабели и линии связи. - М.: ЭКО - ТРЕНДЗ, 2002.-284 с.
14. Портнов Э.Л. Оптические кабели связи: Конструкции и характеристики. - М.: Горячая линия - Телеком, 2002. - 232 с.: ил.
15. Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. - М.: СОЛОН - Пресс, 2001. - 237с:ил.
16. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных систем связи. - М.: Радио и связь, 2000. - 486 с.: ил.
17. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. - М.: Эко - Трендз, 2001. - 266 с.
18. Унгер Х. Планарные и волоконные оптические волноводы. - М.: Мир, 1981. - 516 с.
19. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи, 2 - е дополнительное издание. - М.: Техносфера, 2006 . - 496 с.
20. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов/ Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева М.: Горячая линия - Телеком, 2008 - 424с.
21. Аджемов А.С. Телекоммуникации, инфокоммуникации - что дальше? / М.: Медиа Паблшер - 2011.
22. Тепляков И.Н. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей./ М.: Радио и связь. 2004г.
23. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М., Р.и Связь. 2000г.
24. Б. Скляр Цифровая связь. М., Изд. Дом Вильямс, 2005г.
25. Беллами Дж. Цифровая телефония. М., Эко-Трендз, 2006г.
26. Сети следующего поколения NGN. /под ред. Рослякова А.В. М.: Эко-Трендз, 2008 - 424с.
27. Абилов А.В. Сети связи и системы коммутации. М., Радио и связь, 2004г., 288 с.
28. Беллами Дж. Цифровая телефония. (Перевод с англ.), М., Эко-Трендз, 2005г., 640с.
29. Берлин А. И. Коммутация в системах и сетях связи М.: Эко-Трендз, 2006г. - 344 с.
30. Цифровые системы коммутации для ГТС. /под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова - М.: Эко-Трендз, 2008г., 352с.

31. Цифровые АТС для сельской связи, /под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова - М.: Эко-Трендз, 2003г., 286с.
32. Аджемов А.С., Кучерявый А.Е. Система сигнализации ОКС №7. М.: Радио и связь, 2002 -367с.
33. Росляков А.В. ОКС №7: архитектура, протоколы, применение. - М.: Эко-Трендз, 2008 -320с.
34. Власов В.Е., Парфенов Ю.А., Рысин Л.Г., Кайзер Л.И. Кабели СКС на сетях электросвязи: теория, конструирование, применение. - М.: Эко-Трендз, 2006 - 320с.
35. Сети следующего поколения NGN. /под ред. Рослякова А.В. М.: Эко-Трендз, 2008 - 424с.
36. Руководящий документ РД 45.120-2000. Нормы технологического проектирования: городские и сельские телефонные сети. - М.: УНТИ «Информсвязь», 2000г.
37. Малюк А.А., Пазизин С.В., Погожин Н.С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах. М., Горячая линия-Телеком, 2008. - 147с.
38. Олифер В.Г., Олифер В.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. - СПб.: Питер, 2011. - 944с.
39. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов/ Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева М.: Горячая линия - Телеком, 2008 - 424с.
40. Аджемов А.С. Телекоммуникации, инфокоммуникации - что дальше? / М.: Медиа Паблишер - 2011.
41. Тепляков И.Н. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей./ М.: Радио и связь. 2004г.
42. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М., Р.и Связь. 2000г.
43. Б. Скляр Цифровая связь. М., Изд. Дом Вильямс, 2005г.
44. Беллами Дж. Цифровая телефония. М., Эко-Трендз, 2006г.
45. Сети следующего поколения NGN. /под ред. Рослякова А.В. М.: Эко-Трендз, 2008 - 424с.
46. Абилов А.В. Сети связи и системы коммутации. М., Радио и связь, 2004г., 288 с.
47. Беллами Дж. Цифровая телефония. (Перевод с англ.), М., Эко-Трендз, 2005г., 640с.
48. Берлин А. И. Коммутация в системах и сетях связи М.: Эко-Трендз, 2006г. - 344 с.
49. Цифровые системы коммутации для ГТС. /под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова - М.: Эко-Трендз, 2008г., 352с.
50. Цифровые АТС для сельской связи, /под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова - М.: Эко-Трендз, 2003г., 286с.
51. Аджемов А.С., Кучерявый А.Е. Система сигнализации ОКС №7. М.: Радио и связь, 2002 -367с.
52. Росляков А.В. ОКС №7: архитектура, протоколы, применение. - М.: Эко-Трендз, 2008 -320с.
53. Власов В.Е., Парфенов Ю.А., Рысин Л.Г., Кайзер Л.И. Кабели СКС на сетях электросвязи: теория, конструирование, применение. - М.: Эко-Трендз, 2006 - 320с.
54. Сети следующего поколения NGN. /под ред. Рослякова А.В. М.: Эко-Трендз, 2008 - 424с.
55. Руководящий документ РД 45.120-2000. Нормы технологического проектирования: городские и сельские телефонные сети. - М.: УНТИ «Информсвязь», 2000г.
56. Малюк А.А., Пазизин С.В., Погожин Н.С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах. М., Горячая линия-Телеком, 2008. - 147с.

57. Олифер В.Г., Олифер В.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. - СПб.: Питер, 2011. - 944с.

58. Основы информационной безопасности. Учебное пособие для вузов/ Е.Б. Белов, В.П. Лось, Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2011., - 558с.

4.4.3 Перечень технических средств, наглядных пособий необходимых для проведения ГИА.

Для полноценного прохождения ГИА необходимо следующее минимальное материально-техническое обеспечение:

- технические средства обучения, включая оборудование для аудиовизуальной демонстрации материалов, помещение для хранения учебно-методических материалов, оборудование для тиражирования дидактического материала к занятиям;
- помещение, оборудованное компьютерной техникой с соответствующим программным обеспечением и подключением к Интернету.

5. Требования к выпускной квалификационной работе и критерии её оценки

5.1 Общие положения

Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) является заключительным этапом обучения студентов, предусмотренным ГОС ВО, и имеет **своей целью**:

- выявление и углубление теоретических знаний, полученных за годы обучения;
- закрепление навыков научно-исследовательской и практической работы в области полученному направлению подготовки;
- демонстрацию уровня овладения методикой исследования при решении разрабатываемых в квалификационной работе проблем и вопросов;
- выяснение подготовленности студентов к самостоятельной работе в условиях современного состояния науки, образования, культуры, производства и управления.

ВКР представляет собой работу научного, методического или научно-методического содержания, которая отражает ход и результаты разработки выбранной темы. Она должна соответствовать современному уровню развития науки, а её тема должна быть актуальной.

В работе студент закрепляет полученную информацию, систематизируя по собственному усмотрению накопленные научные факты и доказывая научную ценность или практическую значимость тех или иных положений. Основой содержания квалификационной работы является принципиально новый материал, включающий описание новых фактов, явлений или обобщение ранее известных положений с другой научной позиции или в ином аспекте.

Квалификационная работа должна содержать изложение современного состояния и тенденции развития конкретной проблемы. Она должна отражать образовательный уровень выпускника ПГУ и свидетельствовать о наличии у него умений и навыков, присущих специалисту в данной области. Подготовка такой работы должна не столько решать научные проблемы, сколько служить свидетельством того, что её автор научился самостоятельно вести научный поиск, видеть профессиональные проблемы и владеет наиболее общими методами и приёмами их решения.

5.2 Перечень компетенций, проверяемых на защите выпускной квалификационной работы

Выпускник, допущенный к защите выпускной квалификационной работы, должен обладать:

Выпускник, допущенный к ГИА, должен обладать:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;

УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);

УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;

УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;

УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению;

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;

ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

ПК-1 Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи;

ПК-2 способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;

ПК-3 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований;

- ПК-4** Способностью осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов радио оборудования, сетевых устройств программного обеспечения инфокоммуникаций;
- ПК-5** Способностью осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы;
- ПК-6** Способностью оценки параметров безопасности и защиты программного обеспечения и сетевых устройств администрируемой сети с помощью специальных средств управления безопасностью;
- ПК-7** Способностью оценки параметров безопасности и защиты программного обеспечения и сетевых устройств администрируемой сети с помощью специальных средств управления безопасностью;
- ПК-10** Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей;
- ПК-11** Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ;
- ПК-12** Способен к сбору, обработке, распределению и контролю выполнения заявок на техподдержку оборудования с помощью инфокоммуникационных систем и баз данных;
- ПК-13** Способен осуществлять монтаж настройку, регулировку тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих, установленным эксплуатационно-техническим нормам;
- ПК-14** Способен осуществлять администрирование сетевых подсистем инфокоммуникационных систем и /или их составляющих;
- ПК-15** Способен к администрированию процесса оценки производительности и контроля использования и производительности сетевых устройств, программного обеспечения информационно- коммуникационной системы;
- ПК-16** Способен к администрированию средств обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов);
- ПК-17** Способен к проведению регламентных работ на сетевых устройствах и программном обеспечении инфокоммуникационной системы;
- ПК-18** Способен к организации профилактических работ на радиоэлектронном оборудовании, инвентаризации радиоэлектронных средств и вспомогательного оборудования, обеспечению организационно-методической базы для обслуживания радиоэлектронных средств и оборудования;
- ПК-19** Способен к организационно-управленческой работе с малыми коллективами исполнителей на техническую поддержку инфокоммуникационных систем и/или их составляющих;
- ПК-20** Способен к устранению, по обращениям клиентов, возникших проблем при установке и эксплуатации аппаратного, программного и программно-аппаратного обеспечения инфокоммуникационных систем и/или их составляющих;

ПК-21 Способен к проведению регламентных работ на сетевых устройствах и программном обеспечении с целью модернизации и восстановления сетевой инфокоммуникационной системы;

ПК-22 Способен к подготовке коммерческих предложений, документации, поиску потенциальных клиентов для продажи инфокоммуникационных систем и/или их составляющих, в том числе для торгов, проводящихся по различной форме, запросов предложений от клиентов;

ПК-23 Способен к контролю комплектации и проведению консультаций по использованию и возможностям инфокоммуникационных систем и/или их составляющих при продаже и документарное сопровождение.

5.3 Требования к содержанию, объёму и структуре выпускной квалификационной работы

Требования к ВКР определяются приказом №1404-ОД от 14.06.2019г. «О порядке проведения и организации государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования (программам бакалавриата, специалитета и магистратуры)».

В зависимости от особенностей и содержания выпускную квалификационную работу оформляют в виде текста, содержащей иллюстрации, таблицы или их сочетания.

Работу оформляют на листах формата А4 (210x297 мм). Работу выполняют машинным (с помощью компьютерной техники) способом на одной стороне листа белой бумаги.

При оформлении ВКР обучающемуся по программе бакалавриата необходимо воспользоваться «Инструкцией по оформлению выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

5.4 Порядок подготовки и сроки представления выпускной квалификационной работы

Для подготовки выпускной квалификационной работы выпускнику назначается руководитель и консультанты по отдельным частям ВКР.

К руководству ВКР привлекаются высококвалифицированные специалисты из числа педагогических работников физико-технического института, имеющих высшее профессиональное образование, соответствующее профилю направления подготовки. К каждому руководителю может быть одновременно прикреплено не более шести выпускников.

Руководитель выпускной квалификационной работы:

- разрабатывает индивидуальные задания по выполнению ВКР;
- оказывает помощь выпускнику в разработке плана ВКР;
- совместно с выпускником разрабатывает индивидуальный график выполнения ВКР;
- консультирует закрепленных за ним выпускников по вопросам содержания и последовательности выполнения ВКР;
- оказывает выпускнику помощь в подборе необходимой литературы;
- осуществляет контроль за ходом выполнения ВКР в соответствии с установленным графиком;
- оказывает помощь выпускнику в подготовке презентации и выступления на защите ВКР.

На каждом этапе работы над выпускной квалификационной работой студент должен продемонстрировать практически весь спектр компетенций, а руководитель имеет

возможность оценить уровень их достижения и зафиксировать в своем отзыве (приложение 1).

После завершения подготовки обучающимся ВКР, руководитель ВКР представляет на кафедру письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР (отзыв).

Не позднее, чем за один месяц до даты защиты ВКР проходит процедуру экспертизы на наличие плагиата по системе «Антиплагиат». Работа считается прошедшей проверку с положительным результатом, если она содержит не менее 65% оригинального текста. 20% оригинальности текста ВКР даётся на использование общепринятой профессиональной терминологии, формул, цитирование специальной литературы.

5.5 Порядок защиты выпускной квалификационной работы

Защита ВКР проходит на открытом, в присутствии всех желающих на заседании Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Дата, время и место заседаний ГЭК по защите ВКР устанавливается деканатом факультета, и доводятся до сведения защищающихся не менее, чем за месяц до защиты.

Процедура защиты строго регламентирована. Защита работы производится в форме публичного доклада продолжительностью до 15 минут с последующим обсуждением. Рекомендуются компьютерные презентации, допустимы также плакаты (не более 8), которые можно быстро развесить, «прозрачные слайды». Затем выступает научный руководитель. Все присутствующие могут задавать защищающемуся вопросы по содержанию работы и участвовать в обсуждении. Автору предоставляется слово для ответа на замечания. После обсуждения выступает научный руководитель. Если руководитель не может присутствовать на защите, то отзыв руководителя зачитывает председатель ГИА. В конце защиты автору предоставляется заключительное слово, в котором обычно выражаются благодарности.

5.6 Оценка выпускной квалификационной работы

Выпускнику следует знать, что оценка выпускной квалификационной работы складывается из нескольких показателей (уровень раскрытия темы работы, теоретическая и практическая значимость, оформление рукописи и др.), при этом значимыми также являются качество выступления, глубина и полнота его ответов на вопросы присутствующих. Члены комиссии имеют право задавать вопросы по всем разделам всех предметов специальности.

Результаты защиты ВКР оцениваются дифференцированно по пятибалльной системе. Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГЭК по окончании защиты отметками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании. При равном числе голосов голос председателя засчитывается как решающий. Отметки объявляются в тот же день после оформления протокола заседания ГЭК.

ГЭК решает также вопрос о рекомендации полученных в ходе выполнения ВКР материалов к опубликованию или к внедрению и выносит решение о рекомендации продолжения обучения в магистратуре.

Оценка, полученная студентом на защите, фиксируется в зачетной книжке и выносится в приложение к диплому с указанием темы ВКР.

Основными критериями для вынесения балльной оценки квалификационной работе являются:

- актуальность и новизна темы, сложность её разработки;
- полнота использования источников, отечественной и иностранной специальной литературы по рассматриваемым вопросам;
- полнота и качество собранных фактических данных по объекту исследования;
- творческий характер анализа и обобщения фактических данных на основе современных методов и научных достижений;
- научное и практическое значение предложений, выводов и рекомендаций, степень их обоснованности и возможность реального внедрения в работу учреждений и организаций;
- навыки лаконичного, чёткого и грамотного изложения материала, оформление работы в соответствии с методическими указаниями;
- умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам квалификационной работы, глубина и правильность ответов на замечания рецензентов и вопросы членов ГЭК.

5.7. Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Лобачев, С. Л. Основы разработки электронных образовательных ресурсов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лобачев С. Л. -[Б. м.] : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.
2. Методика профессионального обучения: Учебное пособие Л.П. Бурцева. -3-е изд., стер. - Флинта, Наука, 2016
3. Проблемно-модульное обучение: Учебное пособие Е.А. Соколов. - Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА - М, 2016
4. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – 3 – е изд., стер. -КноРус, 2016

б) дополнительная литература:

1. Даринская Л.А. Технологии педагогического мастерства. СПб., 2010.
2. Гузев В. Планирование результатов образования и образовательная технология. М., 2001.
3. Петти Джефф. Современное обучение. – М.: Ломоносов, 2010. – 624 с.
4. Чошанов М.А. Инженерия обучающих технологий. -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. –239 с.

Отзыв

о квалификационной работе студента __ курса ____ группы
физико-математического факультета
физико-технического института
ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко»
Ф.И.О студента

Наименование темы выпускной квалификационной работы бакалавра

Отзыв на квалификационную работу бакалавра пишется в виде краткой оценки содержания, объемом не более 1-1,5 страниц А4.

Структура отзыва на квалификационную работу бакалавра включает в себя краткий вывод в целом по работе, оценку актуальности темы, краткое описание направленности исследования, после чего следует оценка содержательной части квалификационной работы. Отзыв на квалификационную работу бакалавра должен завершаться кратким выводом.

Отзыв на квалификационную работу бакалавра, должен содержать общую оценку квалификационной работы по содержанию, объему и другим нормативным требованиям по специальности автора. Несомненно, вывод должен быть положительным. Оценка актуальности темы включает в себя мнение автора отзыва о том, насколько данная тема востребована сегодня, а также ее роль в рамках сферы исследования. Краткое описание направленности исследования может быть сформулировано в виде описания самой сущности изучаемого явления, категории или объекта исследования, либо в форме оценки важности проблематики квалификационной работы.

Отзыв на квалификационную работу бакалавра имеет своей основной целью оценить содержание квалификационной работы бакалавра, поэтому данная часть должна занимать наибольший объем в рамках отзыва. Желательно производить оценку в соответствии с главами квалификационной работы бакалавра. После чего необходимо завершить отзыв на квалификационную работу выводом, однозначно указывая на ценность проведенного исследования

Фамилия И. О. научного руководителя, должность, научная степень, подпись, печать организации.