

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Фотоники и линий связи
(полное наименование кафедры)

Первый проректор – проректор по учебной работе
 УТВЕРЖДАЮ
Г.М. Машков
« 19 » _____ 20 18 г.

Регистрационный №_18.05/169-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нелинейная оптика и активные компоненты

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Фотоника в инфокоммуникациях

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «12.03.03 Фотоника и оптоинформатика», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2017 № 958, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Нелинейная оптика и активные компоненты» является:

изучение принципов работы оптических усилителей и преобразователей в волоконно-оптических сетях связи.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

изучение физических процессов взаимодействия высокоинтенсивного оптического излучения с веществом и распространения излучения в оптических волокнах с учетом линейных и нелинейных процессов, принципов действия, конструкций и параметров оптических усилителей и преобразователей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нелинейная оптика и активные компоненты» Б1.В.ДВ.10.01 является дисциплиной по выбору вариативной части блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «12.03.03 Фотоника и оптоинформатика». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как «Волоконно-оптические линии связи»; «Оптическая физика»; «Физика».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенции, установленные ФГОС ВО

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПК-1	способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики
2	ПК-5	способностью к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях

Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Код компетенции	знать	уметь	владеть
ПК-1	конструкции, параметры, схемы включения и области применения полупроводниковых и волоконных оптических усилителей	использовать техническую литературу, справочные и нормативные материалы в практической работе	методиками построения математических моделей нелинейных оптических устройств

ПК-5	параметры и конструкции оптических волокон и кабелей, пассивных и активных компонентов, методики проектирования и способы строительства ВОЛС	собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	методиками проектирования волоконно-оптических систем связи с использованием нелинейных оптических устройств
------	--	--	--

Дополнительные компетенции

Таблица 3

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ПСК-1	способность к обоснованному выбору элементной базы и материалов для устройств телекоммуникаций, основанных на принципах фотоники и оптоинформатики

Планируемые результаты обучения

Таблица 4

Код компетенции	знать	уметь	владеть
ПСК-1	физические основы процессов генерации и приема оптического излучения, распространения излучения по современным оптическим волокнам	проводить инженерный расчет параметров полупроводниковых и волоконных усилителей	методиками проведения измерений параметров нелинейных оптических устройств

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 5

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			7
Общая трудоемкость		3 ЗЕТ	108
Контактная работа с обучающимися			50.25
в том числе:			
Лекции			20
Практические занятия (ПЗ)			16
Лабораторные работы (ЛР)			14
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы			-
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация			0.25
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)			57.75
в том числе:			
Курсовая работа			-
Курсовой проект			-

И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.	49.75	49.75
Подготовка к промежуточной аттестации	8	8
Вид промежуточной аттестации		Зачет

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Процессы распространения оптического излучения в оптических волокнах в линейном приближении.	Особенности распространения света в веществе. Затухание и дисперсия. Дисперсия групповых скоростей. Взаимодействие излучения со средой. Основные параметры современных оптических волокон.	7		
2	Раздел 2. Общие сведения о нелинейных явлениях в физике и оптике	Классификация линейных и нелинейных явлений. Влияние электромагнитной световой волны на параметры оптической среды. Фотолюминисценция. Влияние нелинейных явлений на распространение излучения по оптическим волокнам различных типов. Выпрямление света. Генерация второй и третьей гармоники.	7		
3	Раздел 3. Эффекты, связанные с нелинейным преломлением света	Эффект Керра. Фазовая самомодуляция, кроссмодуляция. Теоретическое описание и экспериментальные исследования фазовой модуляции и кроссмодуляции. Самофокусировка света. Условия для возникновения оптических солитонов. Солитонные оптические линии связи	7		
4	Раздел 4. Четырехволновое смешение (ЧВС).	Теоретическое описание и экспериментальное исследование четырехволнового смешения. Количество комбинационных частот. Эффективность ЧВС. Учет ЧВС при проектировании ВОСС с DWDM. Влияние на волоконно-оптические системы связи (ВОСС) с мультиплексированием в волновой области (DWDM). Волновые конвертеры.	7		
5	Раздел 5. Волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов.	Классификация, принцип действия, конструкции, параметры, области применения волоконно-оптических усилителей на основе редкоземельных элементов. Расчет параметров оптических усилителей. Практическая разработка усилителей для ВОСС.	7		

6	Раздел 6. Вынужденное рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна.	Линейное и нелинейное рассеяние излучения в оптических волокнах. Рассеяние Рэлея. Теоретическое описание и экспериментальное исследование вынужденного рассеяния Мандельштамма-Бриллюэна. Учет этого явления при проектировании ВОСС. Использование для диагностики линейных трактов.	7		
7	Раздел 7. Вынужденное комбинационное рассеяние Рамана.	Принцип действия, конструкции, параметры, области применения оптических усилителей, использующих эффект Рамана. Схемы накачки. Использование в волоконно-оптических сетях связи. Рамановские лазеры.	7		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 7

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Оптические сети доступа

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Процессы распространения оптического излучения в оптических волокнах в линейном приближении.	4	2			7	13
2	Раздел 2. Общие сведения о нелинейных явлениях в физике и оптике	4	2			7	13
3	Раздел 3. Эффекты, связанные с нелинейным преломлением света	4	2			7	13
4	Раздел 4. Четырехволновое смещение (ЧВС).	2	2			7	11
5	Раздел 5. Волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов.	2	4	8		7	21
6	Раздел 6. Вынужденное рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна.	2	2	2		7	13
7	Раздел 7. Вынужденное комбинационное рассеяние Рамана.	2	2	4		7.75	15.75
Итого:		20	16	14	-	49.75	99.75

6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	5	Исследование оптического усилителя, использующего волокно легированное эрбием	8
2	6	Влияние эффекта Мандельштама-Бриллюэна на процессы распространения сигналов в волоконно-оптической линии связи	2
3	7	Исследование оптического усилителя Рамана	4
Итого:			14

7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 10

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Процессы распространения оптического излучения в оптических волокнах в линейном приближении.	2
2	2	Общие сведения о нелинейных явлениях в физике и оптике.	2
3	3	Эффекты, связанные с нелинейным преломлением света.	2
4	4	Четырехволновое смешение (ЧВС).	2
5	5	Волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов.	4
6	6	Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.	2
7	7	Вынужденное комбинационное рассеяние Рамана.	2
Итого:			16

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 11

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим занятиям.	опрос	7
2	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим занятиям.	опрос	7
3	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим занятиям.	опрос	7

4	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим занятиям.	опрос	7
5	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	опрос	7
6	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	опрос	7
7	Изучение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	опрос	7.75
Итого:			49.75

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с Методическими рекомендациями по формированию ФОС и приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017г. № 301, г. Москва "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" и является приложением к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

12. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

12.1. Основная литература:

1. Прикладная оптика [Текст] : учебное пособие / Л. Г. Бебчук [и др.] ; ред. Н. П. Заказнов ; рец.: Г. И. Цуканова, В. И. Заварзин, 2009. - 312 с.
2. Евсина, Е. М. Оптика [Электронный ресурс] : теоретическая механика Основы атомной и ядерной физики Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по физике / Е. М. Евсина, 2011. - 115 с.
3. Бутиков, Е. И. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. И. Бутиков, 2012. - 608 с.

12.2. Дополнительная литература:

1. Шангина Л. И. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Шангина Л. И., 2012. - 301 с.
2. Ахманов С. А. Физическая оптика [Электронный ресурс] : Учебник / Ахманов С. А., 2004. - 656 с.
3. Листвин В. Н. DWDM-системы [Текст] : научное издание / В. Н. Листвин, В. Н. Трещиков, 2015. - 278 с.

13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

14. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

14.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Нелинейная оптика и активные компоненты» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции,

предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к

теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;

- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 12

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Лаборатория Пассивных оптических сетей; Световодных измерительных систем; Сетей широкополосного доступа; Физических основ оптической связи; Фотоники и оптоинформатики	Лабораторное оборудование
4	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
5	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
6	Аудитория для самостоятельной работы	Персональные компьютеры
7	Читальный зал	Персональные компьютеры