



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев
» 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Программные пакеты для задач волоконной оптики»**

Направление подготовки	12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации)
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
Научная специальность	05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Прикладная математика (ПМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт:	3

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «**Программные пакеты для задач волоконной оптики**» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 877 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

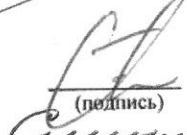
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ПМ
Протокол от «26» 05 2017 г. № 9.

Зав. кафедрой д. т. н. профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

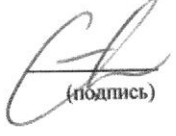
Первадчук В. П.
(Фамилия И.О.)

Разработчик д. ф.-м. н. профессор
(учёная степень, звание)
аспирант
(учёная степень, звание)


(подпись)

Бабин С. А.
(Фамилия И.О.)
Смирнов А.С.
(Фамилия И.О.)

Руководитель д. ф.-м. н. профессор
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Бабин С. А.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям


(подпись)

В.П. Первадчук

Начальник УПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- владением методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ОПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с основными принципами моделирования генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.
- освоение методов создания математических моделей процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.
- освоение навыков работы в программных пакетах задач волоконной оптики.

формирование образовательных аспектов

Знать:

-основные физические законы и принципы генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.

Уметь:

-разрабатывать математические модели процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.

Владеть:

-навыками работы в программных пакетах для реализации математических моделей процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения для задач волоконной оптики.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы разработки оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- методы системного анализа, моделирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «Программные пакеты для задач волоконной оптики» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

Знать:

-основные физические законы и принципы генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.

Уметь:

-разрабатывать математические модели процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.

Владеть:

-навыками работы в программных пакетах для реализации математических моделей процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения для задач волоконной оптики.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код ОПК-3	Формулировка компетенции Владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ОПК-3)
---------------------	--

Код ОПК- Б1.В.ДВ.1.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции Владение методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам (ОПК-3)
-----------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: -основные физические законы и принципы генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Уметь: -разрабатывать математические модели процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.
Владеть: -навыками работы в программных пакетах для реализации математических моделей процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения для задач волоконной оптики.	Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		3 семестр	
1	Аудиторная работа	36	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	-	
	Практические занятия (ПЗ)	32	
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	
	Самостоятельная работа (СР)	72	
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	
	Форма итогового контроля:	Зачет	

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (3 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа	
		всего	Л	ПЗ				
	1			3	0,5		7	10,5
	2			3	0,5		7	10,5
	3			3	0,5		7	10,5
	4			3	0,5		7	10,5
	5			3	0,5		7	10,5
	6			3			7	10
	7			3	0,5		7	10,5
	8			3	0,5		7	10,5
	9			4	0,5		7	11,5
	10			2			7	9
	11			2			2	4
Всего по разделу:				32	4		72	
Промежуточная аттестация								
Итого:		36	-	32	4		72	108/3

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Программный пакет для разработки оптико-волоконных систем OptiSystem

Тема.1. Оптические источники; модуляция светодиода; модуляция полупроводникового лазера; чирп в модуляторах Маха-Цандера из ниобата лития; Спектр светодиода;

Полупроводниковый лазер ватт-амперная характеристика; лазерный шум и ширина линии; Поверхностно-излучающий лазер с вертикальным резонатором; получение параметров лазера исходя из измеряемых величин.

Тема.2. Оптические волокна; распространение Гауссова импульса дисперсия групповой скорости; поляризационно-модовая дисперсия (ПМД); эффекты кросс-фазовой модуляции; четырех-волновое смешение; комбинация дисперсии и фазовой самомодуляции для гауссова импульса и для модуляционной нестабильности; ПМД - уширение; Вынужденное комбинационное рассеяние; спектральное уширение за счет фазовой самомодуляции; спектральное уширение за счет фазовой кросс-модуляции; затвор Керра; двунаправленное моделирование волоконных систем включая и комбинационное рассеяние.

Тема.3. Оптические приемники; Форматы модуляции; эквивалентный тепловой шум приемника; чувствительность приемника; коэффициент шума PIN-фотодиода; сигнал-шум лавинного фотодиода; Чувствительность приемника и коэффициент битовых ошибок (BER); Минимальная входная мощность; ухудшение чувствительности приемника; фазовое дрожание цифрового сигнала данных; Электрическая фазовая автоподстройка частоты

Тема.4. Волоконно-оптические усилители на активных волокнах; Анализ коэффициента усиления и шума в легированном эрбием волоконном усилителе (EDFA); оптимизация усиления; оптимизация усиления EDFA для WDM-систем, влияние поглощения на производительность EDFA; эффекты ионно-ионного взаимодействия; рэлееское обратное рассеяния в EDFA; неоднородное уширение в EDFA; Силовые переходные процессы в EDFA; Температурная зависимость в EDFA; иттербиевые

волоконные усилители; накачка; усиление нескольких мод в эрбиевых многомодовых волокнах; лазер ультракоротких импульсов; тулиевые волоконные усилители.
Тема.5. Волоконные усилители на комбинационном рассеянии (Рамановские усилители). Полоса пропускания 100 нм с плоским коэффициентом усиления - модель средней мощности; уплощение кривой усилителя широкополосного комбинационного усилителя с несколькими накачками; оптимизация мощности накачки и частоты рамановских усилителей для повышения плоскостности кривой усиления; динамическая модель усилителя на комбинационном рассеянии.

Раздел 2. Программный пакет для разработки волоконных брэгговских решеток OptiGrating

Тема.6. Теоретические основы. Интегрально-оптические и волоконно-оптические решетки; Теория связи мод; Профиль показателя преломления волокна, волновода; волноводные моды; Материальная и волноводная Дисперсия; Комплексный профиль показателя преломления; Фоточувствительность профиля показателя преломления волокна, волновода; моделирование дифракционных решеток; Уравнения связанных мод; метод матричного переноса; Импульсный отклик решетки; датчик на волоконной решетке; характеристики решетки; обратная задача рассеяния.

Тема.7. Создание моделей решеток. визуализация спектров решетки. моделирование брэгговской решетки по заданному коэффициенту отражения; элементы усиления EDFA; Дисперсионные компенсаторы для волоконной связи; подавление боковых полос дифракционной решеткой с аподизацией; Базисы волоконных и волноводных мод; Сканирование параметров брэгговской решетки и отслеживание изменения спектра; Синтез полосового фильтра; суперструктурированная ВБР; решетка - Фазосдвигающий фильтр в плоском волноводе; Длиннопериодные брэгговские решетки; Изменение формы импульса посредством однородной волоконной решетки; Изменение формы импульса посредством аподизированной брэгговской волоконной решетки; Создание модели волоконной брэгговской решетки с chirпированием и аподизацией;

Раздел 3. Программные пакеты для разработки оптических волокон, диэлектрических световодов.

Тема 8. Программный пакет для разработки оптического волокна OptiFiber
Начало работы с OptiFiber; профиль показателя преломления оптического волокна; Расчет модового режима оптического волокна; одномодовое волокно; Фундаментальная мода; моды высшего порядка; Произвольно выбранная группа мод; длина волны отсечки; Двупреломление; Поляризационная модовая дисперсия; Реальный образец волокна; волокно со смещенной дисперсией;

Тема 9. Программный пакет для разработки диэлектрических световодов OptiBPM
Создание простого многоводного интерференционного ответвителя; Создание многоводного интерференционного звездообразного ответвителя; Разработка 3dB разветвитель (50/50) с использованием VB Script; Применение задаваемых процессов диффузии; 3D OptiMode Solver; Создание интегрально-оптоволоконного разветвителя; Электро-оптический модулятор; Встроенная оптическая схема моделирования с использованием OptiBPM и OptiSystem; Применение определяемых пользователем профилей диффузии; переключатель на основе интерферометра Маха-Цандера; Моды волокна со ступенчатым профилем показателя преломления; Моды волокна с градиентным профилем показателя преломления; модовый анализ анизотропного волновода.

Раздел 4. Ознакомление с возможностями программных пакетов разработки нелинейных фотонных компонентов - Opti FDTD, оптоэлектронных элементов. Opti SPICE

Тема 10. Возможности программного пакета для разработки пассивных и нелинейных фотонных компонентов Opti FDTD .

Разработка моделей фотонно-кристаллических и фотонной запрещенной зоной; модель Друде для благородных металлов и поверхностных плазмонов; Нелинейность второго порядка; Четырехволновое смешение; Моделирование плоской волны; Разработка разностной временной модели полосы; модель Лоренц-Друде для металла и поверхностных плазмонов; Анализ 1D фотонных кристаллов (брэгговских решеток); Анализ 2D фотонных кристаллов; Анализ 3D фотонных кристаллов; Анализ 2D Дефектов в фотонных кристаллах; Моделирование дифракционных решеток; Расчет мощности пропускания и отражения с помощью VB Script; Моделирование параметр стреловидности; Поглощение и нагрев; моделирование 3D поверхностного плазмона; моделирование 3D макета с использованием неравномерной сетке.

Тема 11. Возможности программного пакета для разработки модели устройств оптоэлектроники Opti SPICE.

Переключение каналов на основе Микроэлектромеханической системы; электро-абсорбционный модулятор; Кольцевой переключатель Массив Вертикально-излучающих лазеров; Конструкция управления питанием.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Оптические источники; модуляция светодиода; модуляция полупроводникового лазера; чирп в модуляторах Маха-Цандера из ниобата лития; Спектр светодиода;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Оптические волокна; распространение Гауссова импульса дисперсия групповой скорости; поляризационно-модовая дисперсия (ПМД); эффекты кросс-фазовой модуляции; четырех-волновое смешение; комбинация дисперсии и фазовой самомодуляции для гауссова импульса и для модуляционной неустойчивости;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Оптические приемники; Форматы модуляции; эквивалентный тепловой шум приемника; чувствительность	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих

		приемника; коэффициент шума PIN-фотодиода; сигнал-шум лавинного фотодиода;		заданий.
4	4	Волоконно-оптические усилители на активных волокнах; Анализ коэффициента усиления и шума в легированном эрбием волоконном усилителе (EDFA); оптимизация усиления; оптимизация усиления EDFA для WDM-систем, влияние поглощения на производительность EDFA; эффекты ионно-ионного взаимодействия;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	5	Волоконные усилители на комбинационном рассеянии (Рамановские усилители). Полоса пропускания 100 нм с плоским коэффициентом усиления - модель средней мощности; уплощение кривой усилителя широкополосного комбинационного усилителя с несколькими накачками;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	6	Интегрально-оптические и волоконно-оптические решетки; Теория связи мод; Профиль показателя преломления волокна, волновода; волноводные моды; Материальная и волноводная Дисперсия; Комплексный профиль показателя преломления;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	7	Создание моделей решеток. визуализация спектров решетки. моделирование брегговской решетки по заданному коэффициенту отражения; элементы усиления EDFA; Дисперсионные компенсаторы для волоконной связи; подавление боковых полос дифракционной решеткой с аподизацией; Базисы волоконных и волноводных мод; Сканирование параметров брегговской решетки и отслеживание изменения	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

		спектра; Создание модели волоконной брегговской решетки с чирпированием и апподизацией;		
8	8	Начало работы с OptiFiber; профиль показателя преломления оптического волокна; Расчет модового режима оптического волокна; одномодовое волокно; Фундаментальная мода; моды высшего порядка;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	9	Создание простого многоводового интерференционного ответвителя; Создание многоводового звездообразного ответвителя; Разработка 3dB разветвитель (50/50) с использованием VB Script; Применение задаваемых процессов диффузии; 3D OptiMode Solver; Создание интегрально-оптоволоконного разветвителя; Электро-оптический модулятор;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	10	Разработка моделей фотонно-кристаллических и фотонной запрещенной зоной; модель Друде для благородных металлов и поверхностных плазмонов; Нелинейность второго порядка; Четырехволновое смешение; Моделирование плоской волны; Разработка разностной временной модели полосы; модель Лоренц-Друде для металла и поверхностных плазмонов; Анализ 1D фотонных кристаллов (брегговских решеток); Анализ 2D фотонных кристаллов;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	11	Переключение каналов на основе Микро-электро-механической системы; электро-абсорбционный модулятор; Кольцевой переключатель;	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий				
№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Полупроводниковый лазер ватт-амперная характеристика; лазерный шум и ширина линии; Поверхностно-излучающий лазер с вертикальным резонатором; получение параметров лазера исходя из измеряемых величин.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	ПМД - уширение; Вынужденное комбинационное рассеяние; спектральное уширение за счет фазовой самомодуляции; спектральное уширение за счет фазовой кросс-модуляции; затвор Керра; двунаправленное моделирование волоконных систем включая и комбинационное рассеяние.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	Чувствительность приемника и коэффициент битовых ошибок (BER); Минимальная входная мощность; ухудшение чувствительности приемника; фазовое дрожание цифрового сигнала данных; Электрическая фазовая автоподстройка частоты	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	рэлееское обратное рассеяния в EDFA; неоднородное уширение в EDFA; Силовые переходные процессы в EDFA; Температурная зависимость в EDFA; иттербиевые волоконные усилители; накачка; усиление нескольких мод в эрбиевых многомодовых волокнах; лазер ультакоротких импульсов; тулиевые волоконные усилители.	Творческое задание	Темы творческих заданий
5	5	оптимизация мощности накачки и частоты рамановских	Собеседование	Вопросы по темам / разделам

		усилителей для повышения плоскостности кривой усиления; динамическая модель усилителя на комбинационном рассеянии.		дисциплины
6	6	Фоточувствительность профиля показателя преломления волокна, волновода; моделирование дифракционных решеток; Уравнения связанных мод; метод матричного переноса; Импульсный отклик решетки; датчик на волоконной решетке; характеристики решетки; обратная задача рассеяния.	Творческое задание	Темы творческих заданий
7	7	Синтез полосового фильтра; суперструктурированная ВБР; решетка - Фазосдвигающий фильтр в плоском волноводе; Длиннопериодные брегговские решетки; Изменение формы импульса посредством однородной волоконной решетки; Изменение формы импульса посредством аподизированной брегговской волоконной решетки;	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Произвольно выбранная группа мод; длина волны отсечки; Двупреломление; Поляризационная модовая дисперсия; Реальный образец волокна; волокно со смещенной дисперсией;	Творческое задание	Темы творческих заданий
	9	Встроенная оптическая схема моделирования с использованием OptiBPM и OptiSystem; Применение определяемых пользователем профилей диффузии; переключатель на основе интерферометра Маха-Цандера; Моды волокна со ступенчатым профилем показателя преломления; Моды волокна с градиентным профилем показателя преломления; модовый анализ анизотропного волновода.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
	10	Анализ 3D фотонных кристаллов; Анализ 2D	Творческое задание	Темы творческих заданий

		Дефектов в фотонных кристаллах; Моделирование дифракционных решеток; Расчет мощности пропускания и отражения с помощью VB Script; Моделирование параметр стреловидности; Поглощение и нагрев; моделирование 3D поверхностного плазмона; моделирование 3D макета с использованием неравномерной сетке.		
	11	Массив Вертикально-излучающих лазеров; Конструкция управления питанием.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Программные пакеты для задач волоконной оптики» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p>Б1.В.ДВ.1.3 «Программные пакеты для задач волоконной оптики»</p>	<p>БЛОК 1</p>		
<p><i>(индекс и полное название дисциплины)</i></p>	<p><i>(цикл дисциплины/блок)</i></p>		
<p>12.06.01 / 05.11.07</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору аспиранта </td> </tr> </table> <p>Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации) / Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы</p>	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору аспиранта
<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору аспиранта		
<p><i>код направления / шифр научной специальности</i></p>	<p><i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i></p>		

2017
(год утверждения учебного плана)

Семестр(-ы): 3

Количество аспирантов: 2

Факультет Прикладной математики и механики

Кафедра Прикладная математика (ПМ)

тел. 8(342)2-198-340; olga@pstu.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Колесов Ю. Б. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход. Учебное пособие] / Ю. Б. Колесов. Ю. Б. Сениченков. — СПб.: БХВ-Петербург. 2006. — 192 с: ил.	5

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	Торшина И. П. Компьютерное моделирование оптико-электронных систем первичной обработки информации / И. П. Торшина. — Москва : Логос, 2009. — 245 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Дифракционная оптика и нанофотоника / Е. А. Безус [и др.] ; Под ред. В. А. Сойфера. — Москва : Физматлит, 2014. — 606 с.	1
2.2 Периодические издания		
1	Квантовая электроника : журнал / Российская академия наук; Физический институт им. П. Н. Лебедева ; Институт общей физики им. А.М. Прохорова; Московский государственный инженерно-физический институт (технический университет); Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Международный учебно-научный лазерный центр; Астрофизика; Научно-исследовательский институт лазерной физики; Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт лазерной физики; Научно-исследовательский институт "Полус" им. М. Ф. Стельмаха. Москва: Физ. Ин-т им. П. Н. Лебедева РАН, 1971.	
2	Оптика и спектроскопия : журнал / Российская академия наук. Москва: Наука, 1956	
3	Оптический журнал : научно-технический журнал / Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики; Оптическое общество им. Д.С. Рождественского. Санкт-Петербург: ГОИ им. С.И. Вавилова, 1931.	
4	Прикладная фотоника : журнал / Пермский национальный исследовательский университет. — Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014	
2.3 Нормативно-технические издания		
не предусмотрены		
2.4 Официальные издания		
не предусмотрены		

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Уроки по OptiSystem - <https://optiwave.com/category/optisystem-manuals/optisystem-tutorials/>
2. Уроки по OptiGrating - <https://optiwave.com/category/optigrating-manuals/optigrating-tutorials/>
3. Уроки по OptiFiber - <https://optiwave.com/category/optifiber-manuals/optifiber-tutorials/>
4. Уроки по OptiBPM - <https://optiwave.com/products/component-design/optibpm/bpm-overview/>
5. Уроки по Opti FDTD - <https://optiwave.com/category/optifdtd-manuals/optifdtd-background-and-tutorials/>
6. Уроки по OptiSPICE - <https://optiwave.com/category/resources/applications-resources/>
7. Лазерный Портал - <http://laser-portal.ru/>
8. Энциклопедия физики и техники - <http://femto.com.ua/>
9. The Encyclopedia of Laser Physics and Technology – <https://www.rp-photonics.com/>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Per. номер лицензии	Назначение программного продукта
1.	Практическое, творческое, самостоятельн	Windows 8.1, (лицензия OEM – предустановленная	лицензия OEM – предустано	работа компьютера
2.	Практическое, творческое, самостоятельн	Office Professional 2007	42661567	Создание отчетов
3.	самостоятельн ая работа	Adobe Reader11.0 Бесплатная лицензия	Бесплатная лицензия	Изучение электронных материалов
4.	Практическое	OptiSystem 11.0	OCS-2012-496NH	планировать, тестировать и моделировать каналы оптической связи передачи данных современных оптических сетей.
5.	Практическое	OptiGrating 4.2	OCG-2012-3266NH	для моделирования и тестирования прохождения света через волоконные брегговские решетки, включая анализ и синтез решеток.
6.	Практическое	OptiFiber 2.1	OCF-2012-320NH	Расчет параметров оптического волокна (дисперсия 1, 2, 3 порядка, затухание, длина волны отсечки и т.д.) исходя из профиля показателя преломления и состава
7.	Практическое	OptiBPM 11.0	OC-2012-873NH	среда автоматизированной разработки для проектирования сложных интегрально-оптических волноводов, включая, моделирование направления распространения, смещения, переключения, расщепления, мультиплексирования и демultipлексирования оптических сигналов в фотонных устройствах.
8.	Практическое	Opti FDTD 10.0	OCT-2012-416NH	Разработка и моделирование пассивных и нелинейных фотонных компонентов
9.	Практическое	OptiSPICE 2.0	OCP-2012-029NH	Комплексная разработка модели устройств оптоэлектроники, включая оптико-электрическую интеграцию, тепловую связь и другие эффекты интерференции, отражения, участие нескольких несущих частот и др.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лекционная аудитория (мультимедийный класс/ компьютерный класс)	Кафедра ПМ	614090, Пермский край, г. Пермь, ул. Екатерининская, д. 79, аудитория № 322 корп. А,	60	20 (12)

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Интерактивная доска SMARTBoard 680;	1	Собственность	614090, Пермский край, г. Пермь, ул. Екатерининская, д. 79, аудитория № 322 корп. А,
2	Мультимедиа-проектор Mitsubishi XD280U, XGA,3000ANSI;	1	Собственность	614090, Пермский край, г. Пермь, ул. Екатерининская, д. 79, аудитория № 322 корп. А,
3	Компьютер в комплекте (системный блок Core i3, монитор Acer S236HL, клавиатура Logitech, мышь Logitech) 12 шт.	12	Собственность	614090, Пермский край, г. Пермь, ул. Екатерининская, д. 79, аудитория № 322 корп. А,

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев
» 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Программные пакеты для задач волоконной оптики»**

Направление подготовки	12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации)
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
Научная специальность	05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Прикладная математика (ПМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачёт:	3

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Программные пакеты для задач волоконной оптики» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 877 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ПМ
Протокол от «26» 05 2017 г. № 09.

Зав. кафедрой д. т. н. профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Первадчук В. П.
(Фамилия И.О.)

Разработчик д. ф.-м. н. профессор
(учёная степень, звание)
аспирант
(учёная степень, звание)


(подпись)

Бабин С. А.
(Фамилия И.О.)
Смирнов А.С.
(Фамилия И.О.)

Руководитель д. ф.-м. н. профессор
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Бабин С. А.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям


(подпись)

В.П. Первадчук

Начальник УПКВК

(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «Программные пакеты для задач волоконной оптики» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

- владением методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ОПК-3).

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. В 3 семестре предусмотрены практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	3 семестр	
	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания		
<i>3.1 -основные физические законы и принципы генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.</i>	С	ТВ
Освоенные умения		
<i>У.1 -разрабатывать математические модели процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения.</i>	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения		
<i>В.1 -навыками работы в программных пакетах для реализации математических моделей процессов и явлений генерации, усиления, распространения и детектирования оптического излучения для задач волоконной оптики</i>	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр) с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр), в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

• Шкала оценивания результатов обучения при зачете:

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
	Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
---	---------------------------------

<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

1. Разработка в программном пакете волоконной линии связи с заданными параметрами линии, подбор источника и приемника с учетом нелинейных эффектов в линии.
2. Разработка в программном пакете волоконной брэгговской решетки, реализующей заданный спектр пропускания.
3. Разработка в программном пакете конструкции оптического волокна для достижения заданных характеристик.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Теория связи мод;
2. Эффекты ионно-ионного взаимодействия в легированном эрбием волоконном усилителе
3. Методы расчета волоконной брэгговской решетки по заданному спектру отражения.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Разработка в программном пакете волоконной линии связи с заданными параметрами линии с учетом нелинейных эффектов в линии, подбор источника и приемника.
2. Разработка в программном пакете волоконной брэгговской решетки, реализующей заданный спектр пропускания.

3. Разработка в программном пакете конструкции оптического волокна для достижения заданных характеристик.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ПМ».

Пример типовой формы экзаменационного билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
12.06.01 Фотоника, приборостроение,
оптические и биотехнические системы и
технологии (уровень подготовки кадров
высшей квалификации)

Программа
Оптические и оптико-электронные приборы и
комплексы

Кафедра
Прикладная математика (ПМ)

Дисциплина
«Современные математические
методы физики»

БИЛЕТ № 1

1. Методы расчета волоконного рамановского усилителя.
(контроль знаний)
2. Разработка в программном пакете профиля показателя преломления оптического волокна для достижения заданных характеристик: длина волны отсечки <1290 нм; хроматическая дисперсия:

$$D(\lambda) = 1.85E-07*\lambda^3 - 9.84E-04*\lambda^2 + 1.70E+00*\lambda - 9.59E+02$$

Составитель _____
(подпись)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		