

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1159038	Компьютерное моделирование волоконно-оптических систем

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Оптические системы и технологии	Код ОП 1. 12.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Оптехника	Код направления и уровня подготовки 1. 12.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жукова Лия Васильевна	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физической и коллоидной химии
2	Южакова Анастасия Алексеевна	без ученой степени, без ученого звания	Инженер	Химико- технологический

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Компьютерное моделирование волоконно-оптических систем

1.1. Аннотация содержания модуля

Дисциплины «Моделирование волоконно-оптических устройств» и «Моделирование волоконно-оптических элементов» входят в состав второго специального модуля «Компьютерное моделирование волоконно-оптических устройств». Обучение по модулю является практико-ориентированным и представляет собой выполнение ряда заданий по построению моделей устройств волоконной оптики таких, как оптоволоконная трубка, оптоволоконно с различными типами соединений, разветвители, фильтры, мультиплексоры и т.д. с помощью программных комплексов OPAL, ZEMAX, SMTP и Comsol Multiphysics.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Моделирование волоконно-оптических элементов	4
2	Моделирование волоконно-оптических устройств	5
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Элементная база, структурные и функциональные схемы изделий волоконной оптики
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Основы проектирования, конструирования и производства изделий волоконной оптики

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Моделирование волоконно-	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить,	У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной

оптических устройств	<p>формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-6 - Способен оценить возможность изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и принять заказ на его изготовление.</p>	<p>З-4 - Сделать обзор специализированных математических пакетов для расчета параметров оптического волокна по заданным техническим характеристикам.</p>
<p>Моделирование волоконно-оптических элементов</p>	<p>ПК-6 - Способен оценить возможность изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и принять заказ на его изготовление.</p>	<p>З-4 - Сделать обзор специализированных математических пакетов для расчета параметров оптического волокна по заданным техническим характеристикам.</p> <p>П-2 - Рассчитывать технические параметры оптических волокон на основе заданного профиля показателя преломления и геометрических размеров в специализированных математических пакетах..</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование волоконно-оптических
элементов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жукова Лия Васильевна	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физической и коллоидной химии
2	Южакова Анастасия Алексеевна	без ученой степени, без ученого звания	Инженер	Химико- технологический

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20230623-01 от 23.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Типы волоконно-оптических элементов. Основные понятия. Введение в моделирование	Введение в моделирование волоконно-оптических изделий и устройств. Обзор специализированных математических пакетов для расчета параметров оптических волокон. Вывод основных законов распространения излучения.
P1. T1	Законы геометрической (лучевой) оптики. Круглый диэлектрический стержень. Ступенчатое волокно	Описание распространения света в цилиндрическом оптическом волокне со ступенчатым изменением показателя преломления. Законы геометрической оптики.
P1. T2	Конические световоды. Пирамидальные и сектороидальные световоды. Микроструктурированные световоды	Описание распространения света в нестандартных оптических волокнах со ступенчатым изменением показателя преломления. Микроструктурированные волокна и применимость к их описанию геометрической оптики.
P2	Волновые процессы в волоконных компонентах	Волновая оптика. Уравнения Максвелла. Решение для волокон градиентом показателя преломления.
P2. T1	Волновые процессы в волоконных световодах. Распространение оптического излучения в веществе	Уравнения Максвелла. Их решение для задач волоконной оптики. Особенности распространения света в одно-, двух- и трехмерных оптических средах.
P2. T2	Волновые процессы в плоском световоде. Графо-аналитический метод расчета числа мод в плоском световоде	Волноводные моды. Решение уравнений Максвелла для плоского волновода. Графо-аналитический метод поиска и анализа волноводных мод.

Р2. Т3	Волновой анализ распространения излучения в цилиндрических ступенчатых волокнах. Одномодовые и градиентные цилиндрические волокна	Критерий отсечки. Нормализованная частота. Численное моделирование одномодовых оптических волокон. Оценка возможности изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками с помощью компьютерного моделирования.
Р3	Компьютерное моделирование волоконно-оптических элементов	Основы компьютерного моделирования волоконных систем. Введение граничных условий. Обзор граничных условий в различных математических пакетах по проектированию оптического волокна. Условия распространения света. Особенности анализа режимов работы волокон.
Р3. Т1	Методы компьютерного моделирования	Введение граничных условий. Реализация метода моделирования источников и конечных элементов для моделирования протяженных систем.
Р3. Т2	Компьютерное моделирование световодов. Моделирование волоконных фильтров	Условие отсечки в волокнах с селективными свойствами. Протяженные оптические системы и особенности их моделирования.
Р3. Т3	Компьютерное моделирование микроструктурированных световодов	Зонная структура. Запрещенные зоны. Слабо направляющие волокна. Условия возникновения нелинейности, низких потерь и увеличение поля фундаментальной моды. Оценка возможности изготовления оптического волокна с высокой нелинейностью.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование волоконно-оптических элементов

Электронные ресурсы (издания)

Печатные издания

1. Жукова, Л. В.; Волоконные световоды для среднего инфракрасного диапазона : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01, 18.04.01, 18.06.01 "Химическая технология", 03.06.01 "Физика и астрономия", 04.06.01 "Химические науки".; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2016 (1 экз.)
2. Жукова, Л. В., Жукова, Л. В.; Моделирование структуры и изготовление фотонно-кристаллических световодов для среднего инфракрасного диапазона : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.04.01 "Химические технологии".; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2018 (1 экз.)
3. Жукова, Л. В., Шульгин, Б. В.; Материалы микро- и оптоэлектроники: кристаллы и световоды : учебное пособие для вузов.; Юрайт, Москва; 2017 (1 экз.)
4. Кацуяма Тосе, Т., Войцеховский, В. В., Плотниченко, В. Г.; Инфракрасные волоконные световоды;

Мир, Москва; 1992 (1 экз.)

5. Дианов, Е. М.; Инфракрасные волоконные световоды; Знание, Москва; 1991 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Учебные издания. Режим доступа <https://books.ifmo.ru/>
2. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва. Репозиторий (электронный научный архив). Режим доступа <http://repo.ssau.ru/>
3. Электронный научный архив Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/>
4. Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
2. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование волоконно-оптических элементов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Мультимедийный комплекс	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink

		соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование волоконно-оптических
устройств

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жукова Лия Васильевна	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физической и коллоидной химии
2	Южакова Анастасия Алексеевна	без ученой степени, без ученого звания	Инженер	Химико- технологический

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20230623-01 от 23.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Моделирование индивидуальных оптических волокон	Моделирование посредством методов конечных элементов отдельных оптических волокон, таких как волноводы, оптические волокна, фотонно-кристаллические световоды. Оценка возможности изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и моделирование волокон в коммерческих заказах на их изготовление.
Р2	Моделирование волоконно-оптических устройств	Моделирование пассивных волоконных оптических устройств и оценка возможности их изготовления в различных математических пакетах. Исследование нелинейных и энергетических характеристик. Интерференция волн. Модовый анализ.
Р3	Моделирование оптических систем	Моделирование оптических систем, в том числе активных, для стыковки с волоконными каналами передачи. Математические пакеты для проектирования волоконно-оптических систем.
Р4	Моделирование волоконно-оптических систем	Моделирование многокомпонентных устройств и микроструктурированных волоконных компонентов для управления проходящим излучением. Математические пакеты для проектирования и изготовления волоконно-оптических систем.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование волоконно-оптических устройств

Электронные ресурсы (издания)

Печатные издания

1. Жукова, Л. В.; Волоконные световоды для среднего инфракрасного диапазона : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01, 18.04.01, 18.06.01 "Химическая технология", 03.06.01 "Физика и астрономия", 04.06.01 "Химические науки".; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2016 (1 экз.)
2. Жукова, Л. В., Жукова, Л. В.; Моделирование структуры и изготовление фотонно-кристаллических световодов для среднего инфракрасного диапазона : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.04.01 "Химические технологии".; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2018 (1 экз.)
3. Жукова, Л. В., Шульгин, Б. В.; Материалы микро- и оптоэлектроники: кристаллы и световоды : учебное пособие для вузов.; Юрайт, Москва; 2017 (1 экз.)
4. Кацуяма Тосе, Т., Войцеховский, В. В., Плотниченко, В. Г.; Инфракрасные волоконные световоды; Мир, Москва; 1992 (1 экз.)
5. Дианов, Е. М.; Инфракрасные волоконные световоды; Знание, Москва; 1991 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Учебные издания. Режим доступа <https://books.ifmo.ru/>
2. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва. Репозиторий (электронный научный архив). Режим доступа <http://repo.ssau.ru/>
3. Электронный научный архив Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/>
4. Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
2. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование волоконно-оптических устройств

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink