

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   |
|------------|--|
| 1142953    | Перспективные материалы и технологии волоконной оптики |

Екатеринбург

| <b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>                    | <b>Учетные данные</b>                                     |
|--|---|
| <b>Образовательная программа</b><br>1. Оптические системы и технологии | <b>Код ОП</b><br>1. 12.04.02/33.01                        |
| <b>Направление подготовки</b><br>1. Оптотехника                        | <b>Код направления и уровня подготовки</b><br>1. 12.04.02 |

Программа модуля составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя<br/>Отчество</b>    | <b>Ученая<br/>степень, ученое<br/>звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>             |
|--------------|------------------------------------|--|------------------|----------------------------------|
| 1            | Корсаков<br>Александр<br>Сергеевич | доктор<br>технических<br>наук, доцент        | Профессор        | физической и<br>коллоидной химии |
| 2            | Корсакова Елена<br>Анатольевна     | кандидат<br>технических<br>наук              | доцент           | кафедра технологии<br>стекла     |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Перспективные материалы и технологии волоконной оптики

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Перспективные материалы и технологии волоконной оптики» включает дисциплины – «Волоконные брэгговские решетки» и «Особочистые материалы для волоконной оптики», которые содержат вопросы по наиболее перспективным устройствам и материалам волоконной оптики. В рамках дисциплины модуля «Волоконные брэгговские решетки» изучаются теоретические и технологические основы формирования брэгговских решеток в фоторефрактивных оптических волокнах. Рассматриваются методы записи волоконных решеток Брэгга, анализируются различные механизмы изменения показателя преломления в германо-силикатных стеклах под действием УФ излучения. Также рассматриваются методики повышения фоторефрактивности оптических волокон и дается обзор по применению брэгговских решеток в системах волоконно-оптической связи и в датчиках физических величин. Дисциплина модуля «Особочистые материалы для волоконной оптики» изучается на примере собственных исследований, проведенных преподавателями кафедры в этой области и результатов производственной практики студентов на ведущих предприятиях отрасли.

## 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                | Волоконные брэгговские решетки                             | 3   |
| 2                | Особочистые материалы для волоконной оптики                | 3   |
| ИТОГО по модулю: |  | 6   |

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Пререквизиты модуля                | Не предусмотрены  |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | 1. Теоретические основы волоконной оптики<br>2. Основы проектирования, конструирования и производства изделий волоконной оптики |

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

Таблица 2

| <b>Перечень дисциплин модуля</b>            | <b>Код и наименование компетенции</b>   | <b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>   |
|---|---|---|
| 1   | 2   | 3   |
| Волоконные брегговские решетки              | ПК-10 - Способен разрабатывать технические предложения с вариантами различных конструкций оптических кабелей и выбором оптимального варианта конструкции. | З-1 - Сделать обзор областей применения оптических кабелей в промышленности и строительстве, телекоммуникационных и других системах для разработки технических предложений с вариантами различных конструкций и выбором оптимального варианта.  |
| Особочистые материалы для волоконной оптики | ПК-6 - Способен оценить возможность изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и принять заказ на его изготовление.       | <p>З-1 - Описывать технологическое оборудование, используемые для изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками.</p> <p>З-2 - Сделать обзор материалов, применяемых при изготовлении оптического волокна с заданными техническими характеристиками.</p> <p>У-1 - Оценивать возможность изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и выбирать, с учетом технического задания, материалы и оборудование, используемые в их производстве.</p>   |
|   | ПК-7 - Способен разработать технологию производства заготовки и вытяжки оптического волокна.  | <p>З-1 - Описывать основные технологии производства заготовки и вытяжки оптического волокна.</p> <p>З-2 - Классифицировать международные и российские нормативные документы в области технологии производства заготовок и вытяжки оптического волокна.</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при производстве заготовки и вытяжке оптического волокна.</p> <p>У-2 - Выбирать с учетом технического задания соответствующие международные и российские нормативные документы в области технологии производства заготовки и вытяжки оптического волокна.</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>ПК-8 - Способен организовать комплекс мероприятий по устранению брака в производстве оптического волокна.</p>   | <p>З-1 - Описывать типы брака и причины его появления в производстве оптического волокна и способы устранения.</p> <p>З-3 - Изложить нормы и правила системы контроля качества в производстве оптического волокна.</p> <p>У-1 - Определять причины появления брака в производстве оптического волокна и выбирать оптимальные способы его устранения в зависимости от типа брака.</p> <p>У-3 - Оценивать использование норм и правил системы контроля качества в устранении причин брака в производстве оптического волокна.</p> |
|  | <p>ПК-9 - Способен на основе анализа литературных источников сформировать техническое задание на новую (модернизируемую) конструкцию оптического кабеля.</p> | <p>З-3 - Классифицировать оптические и полимерные материалы, включаемые в техническое задание, при его формировании на разработку новой (модернизируемой) конструкции оптического кабеля.</p> <p>У-3 - Оценивать оптические и полимерные материалы при формировании технического задания на разработку новой (модернизируемой) конструкции оптического кабеля.</p>  |

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Волоконные брэгговские решетки**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>     | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                |
|--------------|---------------------------------|--|------------------|-------------------------------------|
| 1            | Корсаков Александр<br>Сергеевич | доктор<br>технических наук,<br>доцент    | Профессор        | физической и<br>коллоидной<br>химии |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 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                | Введение   | Понятие дифракции света, основные характеристики волоконной брэгговской решетки. Модель фоточувствительности германо-силикатного стекла.  |
| Р2                | Методы формирования брэгговских решеток              | Теоретические и технологические основы формирования брэгговских решеток в фоторефрактивных оптических волокнах. Методы записи волоконных решеток Брэгга, механизмы изменения показателя преломления в германо-силикатных стеклах под действием УФ излучения.  |
| Р3                | Основные функциональные свойства брэгговских решеток | Методики повышения фоторефрактивности оптических волокон. Математический метод выделения сигнала от фазового интерферометрического датчика на основе волоконных брэгговских решеток. Конструкции оптических кабелей с использованием брэгговских решеток и выбор оптимального варианта конструкции.   |
| Р4                | Области применения волоконных брэгговских решеток    | Области применения оптических кабелей с использованием брэгговских решеток в промышленности и строительстве, телекоммуникационных и других системах. Распределенные и точечные датчики контроля температуры и давления на волоконных брэгговских решетках для нефтяной, химической и атомной промышленности. Применение решеток на световодах для среднего инфракрасного диапазона спектра. |

## 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности  | Технология воспитательной деятельности   | Компетенция   | Результаты обучения  |
|---|--|--|---|--|
| Профессиональное воспитание             | целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности<br><br>Технология самостоятельной работы | ПК-10 - Способен разрабатывать технические предложения с вариантами различных конструкций оптических кабелей и выбором оптимального варианта конструкции. | З-1 - Сделать обзор областей применения оптических кабелей в промышленности и строительстве, телекоммуникационных и других системах для разработки технических предложений с вариантами различных конструкций и выбором оптимального варианта. |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Волоконные брэгговские решетки**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

#### **Печатные издания**

1. Кацуяма Тосе, Т., Войцеховский, В. В., Плотниченко, В. Г.; Инфракрасные волоконные световоды; Мир, Москва; 1992 (1 экз.)
2. Жукова, Л. В.; Инфракрасные кристаллы. Теория и практика : [учебник].; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2015 (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. Электронный научный архив Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Режим доступа: <https://elar.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. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [www.study.urfu.ru](http://www.study.urfu.ru)
2. Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>
4. Библиографическая и реферативная база данных Scopus <http://www.scopus.com>

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Волоконные брэгговские решетки**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| <b>№ п/п</b> | <b>Виды занятий</b>              | <b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>  | <b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b> |
|--------------|----------------------------------|---|---|
| 1            | Лекции                           | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Мультимедийный комплекс                           | Microsoft Office 365  |
| 2            | Практические занятия             | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся  | Microsoft Office 365  |
| 3            | Лабораторные занятия             | Оптические столы, Лазерные источники видимого, ближнего и среднего инфракрасного диапазона спектра, Оптические волокна, Оптические тестеры. Оптические спектрометры. Оптические микроскопы. | Microsoft Office 365  |
| 4            | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов   | Microsoft Office 365  |

|   |   |   |                      |
|---|---|---|----------------------|
|   |   | <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оптические столы, Лазерные источники видимого, ближнего и среднего инфракрасного диапазона спектра, Оптические волокна, Оптические тестеры. Оптические спектрометры. Оптические микроскопы.</p> |                      |
| 5 | Консультации                                | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>  | Microsoft Office 365 |
| 6 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>   | <b>Не требуется</b>  |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Особочистые материалы для волоконной**  
**оптики**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b> | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>         |
|--------------|-----------------------------|--|------------------|------------------------------|
| 1            | Корсакова Елена<br>Анатовна | кандидат<br>технических наук             | доцент           | кафедра<br>технологии стекла |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Новых материалов и технологий

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 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                | Введение  | Классификация высокочистых веществ, технологические операции и обращение с высокочистыми веществами. Материалы, применяемых при изготовлении инфракрасных оптических волокон с заданными техническими характеристиками. Классификация российских и международных нормативных документов в области технологии производства оптического волокна.   |
| P2                | Основные функциональные свойства особо чистых оптоволоконных материалов | Физико-химические свойства особо чистых оптических стекол, особо чистых кристаллов (спектральная зависимость оптических потерь: влияние состава, примесное поглощение, длинноволновый и коротковолновый края поглощения, потери на рассеяние; материальная и модовая дисперсия; механические и термомеханические свойства). Изучение функциональных свойств материалов и комплектующих при формировании технического задания на разработку новой (модернизируемой) конструкции оптического кабеля.                                     |
| P3                | Технология получения особо чистых оптических материалов                 | Методы получения особо чистых оптических кристаллов, а также методы получения особо чистых оптических стекол (оксидных, фторидных, халькогенидных, в том числе легированных редкоземельными элементами). Технологии производства поликристаллического и стеклянного оптического волокна, схемы технологических процессов. Технологическое оборудование, используемое для изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками. Методология отбора материалов и оборудования для изготовления оптического волокна |

|           |   |  |
|-----------|---|--|
|           |   | (стеклянного и поликристаллического типов) с учетом технического задания.  |
| <b>Р4</b> | Методы контроля качества особо чистых оптоволоконных материалов | Типы брака и причины его появления в производстве оптического волокна, оптимальные способы устранения брака в зависимости от его типа. Система контроля качества оптического волокна (нормы и правила). Методы контроля качества оптического волокна (химический состав, структура, механические и оптические свойства). |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности  | Технология воспитательной деятельности   | Компетенция   | Результаты обучения   |
|---|--|--|---|---|
| Профессиональное воспитание             | целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности<br><br>Технология самостоятельной работы | ПК-6 - Способен оценить возможность изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и принять заказ на его изготовление. | У-1 - Оценивать возможность изготовления оптического волокна с заданными техническими характеристиками и выбирать, с учетом технического задания, материалы и оборудование, используемые в их производстве. |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Обособленные материалы для волоконной оптики

#### Электронные ресурсы (издания)

#### Печатные издания

1. Жукова, Л. В.; Инфракрасные кристаллы. Теория и практика : [учебник].; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2015 (1 экз.)
2. Кацуяма Тосе, Т., Войцеховский, В. В., Плотниченко, В. Г.; Инфракрасные волоконные световоды; Мир, Москва; 1992 (1 экз.)
3. , Девярых, Г. Г.; Получение и анализ веществ особой чистоты; Наука, Москва; 1978 (3 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. Электронный научный архив Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Режим доступа: <https://elar.ufu.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. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [www.study.ufu.ru](http://www.study.ufu.ru)
2. Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.ufu.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>
4. Библиографическая и реферативная база данных Scopus <http://www.scopus.com>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Особочистые материалы для волоконной оптики**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| <b>№ п/п</b> | <b>Виды занятий</b>              | <b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>  | <b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b> |
|--------------|----------------------------------|---|---|
| 1            | Лекции                           | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br><br>Рабочее место преподавателя<br><br>Доска аудиторная<br><br>Мультимедийный комплекс | Microsoft Office 365  |
| 2            | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br><br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся                                  | Microsoft Office 365  |
| 3            | Консультации                     | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в  | Microsoft Office 365  |

|   |   |   |                     |
|---|---|---|---------------------|
|   |   | <p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> |                     |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>           | <b>Не требуется</b> |