

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 |
|-------------------|--------------------------------|
| 1159465 | Технологии нано- и микросистем |

Екатеринбург

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|--|---|
| Образовательная программа 1. Нанотехнологии и микросистемная техника | Код ОП 1. 28.03.01/33.01 |
| Направление подготовки 1. Нанотехнологии и микросистемная техника | Код направления и уровня подготовки 1. 28.03.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|---------------------------------|--|------------------|---|
| 1 | Пряхина Виктория Игоревна | кандидат физико- математических наук, без ученого звания | Доцент | Департамент фундаментальной и прикладной физики |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологии нано- и микросистем

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из трех дисциплин. Дисциплина «Введение в лазерные технологии» излагает фундаментальные основы лазерных технологий, ключевые методы, средства и основные сферы их приложения. Студенты учатся обосновывать, рассчитывать и проектировать элементы и устройства лазерных технологий и режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом, необходимые при разработке технологических процессов. Дисциплина «Введение в оптоэлектронику» посвящена изучению физических эффектов, на которых основана работа современных оптоэлектронных приборов, используемых для создания и регистрации электромагнитного излучения; физических принципов устройства таких приборов; механизмов, определяющих их предельно достижимые характеристики, и технологических способов улучшения этих характеристик. Дисциплина «Современные наукоемкие технологии» направлена на формирование представлений о возможностях применения наноматериалов, наноструктур и методов современного материаловедения для создания элементов высокотехнологичных устройств и разработок, их модернизации и повышения производительности, перспективах развития.

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 | Современные наукоемкие технологии | 3 |
| 2 | Введение в оптоэлектронику | 3 |
| 3 | Введение в лазерные технологии | 3 |
| ИТОГО по модулю: | | 9 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|------------------------------------|--|
| Пререквизиты модуля | 1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | 1. Теоретические основы профессиональной деятельности |

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 |
| Введение в лазерные технологии | ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений | <p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p> |
| | ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, | <p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| | показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности | <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> |
| | ПК-3 - Способен сопровождать технологические процессы и эксплуатацию измерительных систем в области нанотехнологии и микросистемной техники | <p>З-1 - Сформулировать требования по правильной и безопасной эксплуатации измерительных систем</p> <p>З-2 - Характеризовать актуальные нормативные требования к технологическим процессам</p> <p>У-2 - Установить ошибки технологического процесса при получении неудовлетворительного результата исследования</p> <p>П-2 - Предлагать способы оптимизации технологического процесса и устранения ошибок в работе измерительных систем</p> |
| | ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | <p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> |
| Введение в оптоэлектронику | ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества | <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | | <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> |
| | <p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p> | <p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> |
| | <p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> | <p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p> |
| | <p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p> | <p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений</p> <p>У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p> |

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| | <p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> | <p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий</p> |
| Современные наукоемкие технологии | <p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p> | <p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p> |
| | <p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и</p> | <p>З-1 - Описать области фундаментальных, общинженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных</p> |

| | |
|--|--|
| <p>технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> | <p>элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p> |
| <p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> | <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> |
| <p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение</p> | <p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>производственной деятельности</p> | |
| | <p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> | <p>З-1 - Изложить основные принципы организации, планирования и проведения научного исследования</p> <p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-1 - Определить план исследования, с учетом степени значимости и взаимозависимости ожидаемых результатов измерений</p> |
| | <p>ПК-3 - Способен сопровождать технологические процессы и эксплуатацию измерительных систем в области нанотехнологии и микросистемной техники</p> | <p>З-2 - Характеризовать актуальные нормативные требования к технологическим процессам</p> <p>У-1 - Определять оптимальные условия эксплуатации измерительных систем</p> <p>П-2 - Предлагать способы оптимизации технологического процесса и устранения ошибок в работе измерительных систем</p> |
| | <p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> | <p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий</p> <p>П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Д-1 - Проявлять готовность к освоению новых исследовательских методов</p> |

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные наукоемкие технологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------|---|------------------|---|
| 1 | Аликин Денис Олегович | кандидат физико-математических наук | Доцент | физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |
| 2 | Трефилова Анна Николаевна | кандидат физико-математических наук, без ученого звания | Доцент | физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Аликин Денис Олегович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
- Трефилова Анна Николаевна, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

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 |
|-------------------|---|--|
| 1 | Концепция технологических укладов | История развития технологий. Шесть технологических укладов. |
| 2 | Национальные технологические инициативы | Направления НТИ: новые материалы, аддитивные технологии, сенсорика, квантовые коммуникации, бионика, геномика, новые источники энергии, BigData, нейротехнологии, мехабиотроника, искусственный интеллект. |
| 3 | Синтез современных материалов | Гетероструктуры. Эпитаксия. Нанокристаллические материалы. Вискеры. Аморфные материалы и стёкла. Жидкие кристаллы. Коллоиды. Наноаэрогели. Метаматериалы. Фотонные кристаллы. Металлические, металлокерамические и металлополимерные композиционные материалы. |
| 4 | Микро- и наноэлектроника | Углеродная электроника. Датчики, детекторы, электронные анализаторы. Сенсоры и катализаторы. Нанолитография. |
| 5 | Возобновляемая энергетика | Технологии для получения, передачи, хранения и воспроизводства энергии. Солнечная энергетика. Топливные элементы. Водородная энергетика. Атомная энергетика. |
| 6 | Биотехнологии и медицина | Биометрия, генная инженерия, биосовместимые материалы. Диагностика заболеваний с помощью наночастиц. Нанороботы для медицинских целей. Нейротехнологии. |

| | | |
|---|---------------------------|--|
| 7 | Информационные технологии | Технологии для получения, хранения, передачи и воспроизводства информации. Беспроводные технологии. Интеллектуальная транспортная система. |
| 8 | Робототехника | Мехабиотроника, бионика, сенсорика. |

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 самостоятельной работы | ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные наукоемкие технологии

Электронные ресурсы (издания)

1. Рамбиди, Н. Г.; Физические и химические основы нанотехнологий : курс лекций.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611> (Электронное издание)
2. Ремпель, А. А.; Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/68346.html> (Электронное издание)
3. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
4. , Чаплыгин, Ю. А.; Нанотехнологии в электронике-3.1; Техносфера, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/58864.html> (Электронное издание)
5. , Чаплыгин, Ю. А.; Нанотехнологии в электронике; Техносфера, Москва; 2013;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.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

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные наукоемкие технологии

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность 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 Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | Подключение к сети Интернет | |
| 3 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 5 | Самостоятельная работа студентов | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в оптоэлектронику

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--|------------------|--|
| 1 | Зеленовский Павел Сергеевич | кандидат физико- математических наук, доцент | Доцент | физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Зеленовский Павел Сергеевич, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**

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 |
|-------------------|--|--|
| 1 | Элементы зонной теории твердых тел | Введение. Зонная структура идеального кристалла. Влияние легирования на зонную структуру. Зонная структура основных материалов оптоэлектроники. |
| 2 | Взаимодействие оптического излучения с твердым телом | Виды взаимодействия оптического излучения с твердым телом. Электрооптические и магнитооптические явления. Типы фотоприемников: фотонно-электронные и тепловые. Основные характеристики фотоприемников. Типы шумов, возникающие при регистрации электромагнитного излучения. |
| 3 | Механизмы поглощения оптического излучения в твердых телах | Механизмы поглощения света веществом. Закон Ламберта-Бугера. Виды поглощения света. Собственное поглощение. Экситонное поглощение. Примесное поглощение. Поглощение свободными носителями заряда. Решеточное поглощение. |
| 4 | Фотоэффект | Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость полупроводников. Кинетика фотопроводимости. Фоторезисторы. Внешний фотоэффект. Работа выхода. Порог внешнего фотоэффекта. Квантовый выход внешнего фотоэффекта. Эффективность фотоэммитеров, способы ее повышения. Фотоэлектронные умножители. |
| 5 | Оптические свойства p-n перехода | Электронно-дырочный переход (p-n переход). Контактная разность потенциалов. Область пространственного заряда, ее толщина. Емкость p-n перехода. Вольт-амперная |

| | | |
|----|---|---|
| | | характеристика p-n перехода. Пробой p-n перехода. Оптические свойства p-n перехода. |
| 6 | Фотодиод | Принцип работы. Фотогальванический и фотодиодный режимы. Характеристики фотодиодов, способы их улучшения (p-i-n структуры, фотодиоды Шоттки, фотодиоды с гетероструктурой). |
| 7 | Фотоприемники с внутренним усилением | Лавинные фотодиоды. Принцип работы транзистора. Фототранзистор. Принцип работы тиристора. Фототиристор. Канальный (полевой) фототранзистор. |
| 8 | Матрицы фотоприемников | Матрицы фотоприемников. Структуры с переносом заряда (ПЗС). Использование ПЗС для регистрации излучения. Оптические интегральные схемы. |
| 9 | Тепловые приемники оптического излучения | Термоэлемент. Болومتر. Пирозлектрические фотоприемники. Матрицы пирозлектрических приемников. Преимущества и недостатки. |
| 10 | Механизмы эмиссии оптического излучения твердыми телами | Эмиссия излучения из полупроводников. Излучательные процессы в полупроводниках. Механизмы излучательной и безызлучательной рекомбинации. |
| 11 | Источники оптического излучения | Классификация источников оптического излучения. Некогерентные источники света (светодиоды) и полупроводниковые лазеры. |
| 12 | Новые материалы оптоэлектроники | Метаматериалы. Материалы с отрицательным показателем преломления. Фотонные кристаллы. |

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 профессиональной деятельности | ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в оптоэлектронику

Электронные ресурсы (издания)

1. , Зернов, Д. В.; Фотоэлектронные приборы : монография.; Наука, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116215> (Электронное издание)
2. Слэтер, Д., Д.; Диэлектрики, полупроводники, металлы; Мир, Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483404> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тугов, Н. М., Глебов, Б. А., Лабунцов, В. А., Чарыков, Н. А.; Полупроводниковые приборы : учеб. для вузов по специальности "Промышленная электроника".; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (82 экз.)
2. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы"".; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)
3. Звелто, О., Шмаонов, Т. А., Сорокин, Е. В.; Принципы лазеров; Мир, Москва; 1990 (11 экз.)
4. Смит, Р. А., Пенин, Н. А.; Полупроводники : пер. с англ.; Мир, Москва; 1982 (11 экз.)
5. Цидильковский, И. М.; Электроны и дырки в полупроводниках. Энергетический спектр и динамика; Наука, Москва; 1972 (13 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.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

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в оптоэлектронику

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность 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 Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 5 | Самостоятельная работа студентов | Персональные компьютеры по количеству обучающихся | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

| | | | |
|--|--|-----------------------------|--|
| | | Подключение к сети Интернет | |
|--|--|-----------------------------|--|

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в лазерные технологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------|--|------------------------|---|
| 1 | Вейко Вадим Павлович | Доктор технических наук, Профессор | Заведующий кафедрой | Кафедра лазерных технологий и лазерной техники, ИТМО |
| 2 | Шахно Елена Аркадьевна | Доктор технических наук, Профессор | Профессор | Кафедра лазерных технологий и лазерной техники, ИТМО |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Вейко Вадим Павлович, Заведующий кафедрой, Кафедра лазерных технологий и лазерной техники, ИТМО
- Шахно Елена Аркадьевна, Профессор, Кафедра лазерных технологий и лазерной техники, ИТМО

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Исключительно электронного обучения с использованием онлайн-курса университета-партнера в рамках сетевого договора
- 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 |
|-------------------|--|---|
| | Онлайн курс университета-партнера в рамках сетевого договора "Лазерные Технологии" | https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LASTEC/ |

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|
| | | | - | - |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в лазерные технологии

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Взаимодействие лазерного излучения с веществом : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68145> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

Онлайн курс университета-партнера "Лазерные технологии"
[<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LASTECS/>]

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в лазерные технологии

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 | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Интернет браузер |
| 2 | Практические занятия | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Интернет браузер |
| 3 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Интернет браузер |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|---|
| 4 | Самостоятельная работа студентов | Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Интернет браузер |
|---|----------------------------------|--|---|