

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Медведева Наталья Александровна**

Рабочая программа дисциплины

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ФОТОНИКИ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОПТИКИ

Код УМК 99353

Утверждено
Протокол №7
от «15» июня 2023 г.

Пермь, 2023

1. Наименование дисциплины

Технологические процессы фотоники и интегральной оптики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.04.01** Химия
направленность Химия, физика и механика материалов

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Технологические процессы фотоники и интегральной оптики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.04.01 Химия (направленность : Химия, физика и механика материалов)

ПК.2 Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

Индикаторы

ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования

ПК.3 Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

Индикаторы

ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	04.04.01 Химия (направленность: Химия, физика и механика материалов)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	6.7
Объем дисциплины (ак.час.)	240
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	192
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

1. Введение. Основные понятия

Основные понятия. Материалы интегральной оптики: классы и свойства. Требования к оптическим материалам для интегральной оптики. Волноводы и элементы интегральной оптики. Технологии производства интегральной оптики. Специальные разделы техники и технологии интегральной оптики.

2. Материалы интегральной оптики: классы и свойства

Материалы интегральной оптики. Интегральная оптика. Фотонные интегральные схемы. Монокристаллические диэлектрики и полупроводники. Пленкообразующие материалы. Оптические стекла. Оптические ситаллы. Кристаллы. Жидкие кристаллы. Метаматериалы, фотонные кристаллы. Полупроводники, магнетики. Металлооптика. Материалы нанооптики.

3. Требования к оптическим материалам для интегральной оптики

Требования на основе функциональной нагрузки к компонентам интегрально-оптического устройства: подложкам, волноводам, устройствам ввода и вывода оптического сигнала, буферным слоям, согласующим слоям, защитным слоям, вспомогательным элементам.

4. Волноводы и элементы интегральной оптики

Волноводы интегральной оптики: планарные, полосковые, гофрированные, брэгговские, фотоннокристаллические, плазмонные. Элементы наноэлектроники и нанооптики.

5. Технологии производства интегральной оптики

Основы технологии выращивания пленок. Методы изготовления волноводов интегральной оптики. методы изготовления фотонных кристаллов. методы технологии изготовления элементов интегральной оптики.

6. Специальные разделы техники и технологии интегральной оптики

Интегрально-оптические устройства, несущие различную функциональную нагрузку. Интегрально оптические устройства: пассивные, активные элементы, элементы смешанного исполнения. Пассивные элементы: соединители, разветвители, устройства вывода-ввода, направленные ответвители, линзы, изоляторы, микрорезонаторы. Активные элементы, переключатели, модуляторы, коммутаторы, микролазеры, фотоприемники. Смешанного исполнения: конвертеры мод, фильтры, аттенюаторы, мультиплексоры, демультиплексоры, преобразователи частоты.

7. Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое мероприятие по рассмотренным темам в ходе изучения дисциплины (см. вопросы промежуточной аттестации).

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Орликов, Л. Н. Технология приборов оптической электроники и фотоники : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 87 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13992>
2. Орликов, Л. Н. Основы технологии оптических материалов и изделий. Часть 2 : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 99 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13960.html>
3. Орликов, Л. Н. Основы технологии оптических материалов и изделий. Часть 1 : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 88 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13959.html>

Дополнительная:

1. Оптоэлектроника/О. Н. Ермаков [и др.] ; редкол. серии И. Б. Федоров (гл. ред.) [и др.]; [рец.: А. Ф. Александров, Ю. А. Журавлев, Е. Ф. Ищенко]. Ч. 1. Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника.-Москва:Янус-К,2010, ISBN 978-5-8037-0505-5.-6995.- Библиогр.: с. 695
2. Оптоэлектроника/О. Н. Ермаков [и др.] ; редкол. серии И. Б. Федоров (гл. ред.) [и др.]; [рец.: А. Ф. Александров, Ю. А. Журавлев, Е. Ф. Ищенко]. Ч. 2. Оптроника.-Москва:Янус-К,2011, ISBN 978-5-8037-0506-2.-6115.-Библиогр.: с. 609

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Технологические процессы фотоники и интегральной оптики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

1. Лекционные занятия – лекционный зал, ауд. 506 Университетского образовательного центра ПНППК, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, маркерной доской.

2. Лабораторные занятия – «Учебная оптическая лаборатория» Университетского образовательного центра ПНППК, «Лаборатория по оценке качества аморфного высокочистого диоксида кремния и кристобалита» ЗОЧК ПНППК, «Учебная лаборатория Физических методов исследования», «Учебная лаборатория РСА», «Учебная лаборатория Микроскопии», оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий.

3. Для групповых (индивидуальных) консультаций – аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Для проведения текущего контроля – аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа – «Учебная оптическая лаборатория» Университетского образовательного центра ПНППК, «Лаборатория по оценке качества аморфного высокочистого диоксида кремния и кристобалита» ЗОЧК ПНППК, «Учебная лаборатория Физических методов исследования», «Учебная лаборатория РСА», «Учебная лаборатория Микроскопии», оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий. Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Технологические процессы фотоники и интегральной оптики**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.2

**Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в
выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p>	<p>Знает методы диагностики, при решении задач связанных с изучением различных материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Знает типы исследуемых образцов и их особенности подготовки перед диагностикой, процедуру сбора, обработки и анализа данных. Умеет выбирать наиболее подходящий метод диагностики в зависимости от типа исследуемого образца и поставленной исследовательской задачи, которая может включать в себя определение различных параметров поверхности образца и/или его физико-химических свойств с требуемой точностью. Владеет навыком осуществлять анализ полученных данных и проведение необходимых дополнительных расчетов, связанных с получением искомым данных об исследуемых материалах и структурах.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает методы диагностики, при решении задач связанных с изучением различных материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Не знает типы исследуемых образцов и их особенности подготовки перед диагностикой, процедуру сбора, обработки и анализа данных. Не умеет выбирать наиболее подходящий метод диагностики в зависимости от типа исследуемого образца и поставленной исследовательской задачи, которая может включать в себя определение различных параметров поверхности образца и/или его физико-химических свойств с требуемой точностью. Не владеет навыком осуществлять анализ полученных данных и проведение необходимых дополнительных расчетов, связанных с получением искомым данных об исследуемых материалах и структурах.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания методов диагностики, при решении задач связанных с изучением различных материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Не структурированные знания типов исследуемых образцов и их особенности подготовки перед диагностикой, процедуру сбора, обработки и анализа данных. С трудом умеет выбирать наиболее подходящий метод диагностики в зависимости от типа исследуемого образца и</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>поставленной исследовательской задачи, которая может включать в себя определение различных параметров поверхности образца и/или его физико-химических свойств с требуемой точностью. Демонстрирует фрагментарное применение навыков осуществлять анализ полученных данных и проведение необходимых дополнительных расчетов, связанных с получением искомым данных об исследуемых материалах и структурах.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностики, при решении задач связанных с изучением различных материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области нанoeлектроники и фотоники. В целом структурированные знания типов исследуемых образцов и их особенности подготовки перед диагностикой, процедуру сбора, обработки и анализа данных. Умеет выбирать наиболее подходящий метод диагностики в зависимости от типа исследуемого образца и поставленной исследовательской задачи, которая может включать в себя определение различных параметров поверхности образца и/или его физико-химических свойств с требуемой точностью. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в способности осуществлять анализ полученных данных и проведение необходимых дополнительных расчетов, связанных с получением искомым данных об исследуемых материалах и структурах.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные знания методов диагностики, при решении задач связанных с изучением различных материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области нанoeлектроники и фотоники.</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Структурированные знания типов исследуемых образцов и их особенности подготовки перед диагностикой, процедуру сбора, обработки и анализа данных. Умеет выбирать наиболее подходящий метод диагностики в зависимости от типа исследуемого образца и поставленной исследовательской задачи, которая может включать в себя определение различных параметров поверхности образца и/или его физико-химических свойств с требуемой точностью. Успешно способен осуществлять анализ полученных данных и проведение необходимых дополнительных расчетов, связанных с получением искомых данных об исследуемых материалах и структурах.</p>

ПК.3

Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Знает физические основы методов диагностики материалов и структур (монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов). Знает принципы работы приборов диагностики и их основные режимы работы. Умеет выбирать методы диагностики и исследований материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области нанoeлектроники и фотоники. Владеет навыком применения методов диагностики и исследований материалов в практической деятельности. Способен подобрать</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает физические основы методов диагностики материалов и структур (монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов). Не знает принципы работы приборов диагностики и их основные режимы работы. Демонстрирует отсутствие умение выбирать методы диагностики и исследований материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области нанoeлектроники и фотоники. Не владеет навыком применения методов диагностики и исследований материалов в практической деятельности. Не способен использовать подобранные оптимальные параметры исследования образцов основными методами диагностики материалов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>оптимальные параметры исследования образцов основными методами диагностики материалов.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания физических основ методов диагностики материалов и структур (монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов) и принципов работы приборов диагностики и их основные режимы работы. Демонстрирует частично сформированное умение выбирать методы диагностики и исследований материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Владеет навыком применения методов диагностики и исследований материалов в практической деятельности. Демонстрирует фрагментарное применение использовать подобрать оптимальные параметры исследования образцов основными методами диагностики материалов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физических основ методов диагностики материалов и структур (монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов) и принципов работы приборов диагностики и их основные режимы работы. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении выбирать методы диагностики и исследований материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Владеет навыком применения методов диагностики и исследований материалов в практической деятельности. Способен использовать подобрать оптимальные параметры исследования образцов основными методами диагностики материалов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированы знания физических основ методов диагностики материалов и структур</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>(монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов) и принципов работы приборов диагностики и их основные режимы работы. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении выбирать методы диагностики и исследований материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области нанoeлектроники и фотоники. Успешно владеет навыком применения методов диагностики и исследований материалов в практической деятельности. Сформирована способность подобрать оптимальные параметры исследования образцов основными методами диагностики материалов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов	4. Волноводы и элементы интегральной оптики Письменное контрольное мероприятие	Знает основные классы материалов интегральной оптики и фотоники, их свойства. Знать, какие требования предъявляют к материалам интегральной оптики и фотоники. Умеет выбирать последовательность технологических операций для реализации конкретного метода и/или технологического процесса. Способен осуществлять анализ полученных экспериментальных/расчетных данных для решения технологических задач.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p> <p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>6. Специальные разделы техники и технологии интегральной оптики</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знает основные методы и технологии производства материалов интегральной оптики и фотоники. Умеет выбирать последовательность технологических операций для реализации конкретного метода и/или технологического процесса. Умеет осуществлять анализ полученных экспериментальных/расчетных данных для решения технологических задач. Владеет основными методами/методиками изготовления некоторых материалов интегральной оптики и фотоники. Владеет методами исследования характеристик оптических материалов.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p> <p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>7. Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знает физические основы методов диагностики материалов и структур (монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов). Знает принципы работы приборов диагностики и их основные режимы работы. Умеет выбирать методы диагностики и исследований материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Владеет навыком применения методов диагностики и исследований материалов в практической деятельности. Способен подобрать оптимальные параметры исследования образцов основными методами диагностики материалов. Знает методы диагностики, при решении задач связанных с изучением различных материалов и структур в зависимости от круга решаемых исследовательских задач, том числе в области наноэлектроники и фотоники. Знает типы исследуемых образцов и их особенности подготовки перед диагностикой, процедуру сбора, обработки и анализа данных. Умеет выбирать наиболее подходящий метод диагностики в зависимости от типа исследуемого образца и поставленной исследовательской задачи, которая может включать в себя определение различных параметров поверхности образца и/или его физико-химических свойств с требуемой точностью. Владеет навыком осуществлять анализ полученных данных и проведение необходимых дополнительных расчетов, связанных с получением искомых данных об исследуемых материалах и структурах.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

4. Волноводы и элементы интегральной оптики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Для конкретного класса материалов интегральной оптики приводит описание основных особенностей данной группы материалов (1), прописывает требования, предъявляемые к этим материалам (2), их основные свойства (3) и перечисляет технологии промышленного получения (4). За каждый описанный блок по 3 балла. Блоков 4. Итого 12 баллов	12
Составить последовательность очистки изделий под технологические операции для темы своей индивидуальной работы. В задании представлена общая схема очистки изделий оптической электроники. В каждой конкретной ситуации в общую схему могут добавляться или исключаться отдельные элементы. Студент выбирает необходимые операции применительно к индивидуальному заданию.	10
Задача на математическое моделирование кинетики технологических процессов, с учетом элементарного технологического процесса, который характеризуется уравнением сохранения потока массы, потока энергии, импульса.	8

6. Специальные разделы техники и технологии интегральной оптики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Исследование устройства для ионно-плазменного распыления материалов.	9
Исследование процесса электронно-лучевой обработки материалов в безмасляном вакууме или Исследование процесса ионной обработки материалов.	7
Математическое моделирование процесса формирования оптических пленок методом термического испарения материалов в вакууме.	7
Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом.	7

7. Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение "практического" задания. Всего 2 задания. Каждое задание 11 баллов. Итого 22 балла.	22

Выполнение письменных заданий. Всего 3 задания. Каждое задание 6 баллов. Итого 18 баллов.	18