

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Технология волоконных световодов

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Неорганическая химия

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.03.02 Технология волоконных световодов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетнотеоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н-1: Знать теоретические основы распространения света в волоконном световоде и механизмы оптических потерь в материалах, современные методы изготовления световодов и принцип работы источников излучения на активных световодах Уметь составлять общий план исследования и детальные планы стадий при выполнении практических работ Владеть приемами приведения общего плана исследований к детальным планам отдельных стадий ПК-1-н-2: Знать теоретические основы распространения света в волоконном световоде и механизмы оптических потерь в материалах, современные методы изготовления световодов и принцип работы источников излучения на активных световодах. Уметь проводить калибровку регуляторов расхода газа, измерять температуру объектов ИК-пирометром, оценивать равномерность распределения РЗЭ по длине	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>преформы по интенсивности люминесценции.</p> <p>Владеть навыками работы с высокочистыми веществами и техникой измерения основных параметров световодов (профиль показателя преломления, полные оптические потери).</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н-1:</p> <p>Знать характер информации, содержащейся в информационных базах данных по изучаемой дисциплине</p> <p>Уметь проводить поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>Владеть приемами поиска специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н-2:</p> <p>Знать основные способы поиска информации, ее анализа и обобщения</p> <p>Уметь анализировать и обобщать результаты информационного поиска по тематике проекта</p> <p>Владеть приемами анализа и обобщения информации по тематике проекта</p>	<p>Практическое задание</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	36	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторны	36	36

работы)		
- КСР	1	1
самостоятельная работа	71	71
Промежуточная аттестация	0 зачёт	0 зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего				
	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	
Тема 1. Введение. Теоретические основы распространения света в волоконных световодах. Оптические потери в материалах	32	32	8	8	8	8	16	16	16	16	
Тема 2. Материалы для изготовления волоконных световодов. Методы изготовления волоконных световодов на основе многокомпонентных стекол	40	40	10	10	10	10	20	20	20	20	
Тема 3. Изготовление световодов на основе кварцевого стекла	40	40	10	10	10	10	20	20	20	20	
Тема 4. Методы изготовления активных световодов. Волоконные усилители и лазеры	31	31	8	8	8	8	16	16	15	15	
Аттестация	0	0									
КСР	1	1						1	1		
Итого	144	144	36	36	36	36	73	73	71	71	

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

-

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Отражение, преломление, критические углы, числовая апертура.
2. Профиль показателя преломления.
3. Дисперсия (межмодовая и хроматическая) и способы ее устранения.
4. Условие одномодового режима работы световода.
5. Оптические потери в материалах. Затухание света в волоконных световодах.

6. Фундаментальные механизмы оптических потерь в стеклах.
7. Серые потери. Допустимое содержание примесей в различных материалах. Суммарные потери.
8. Влияние ионизирующих излучений на оптические потери в стеклах.
9. Материалы для ИК области спектра (халькогенидные, фторидные стекла, кристаллические материалы).

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Методы изготовления волоконных световодов из многокомпонентных стекол.
2. Тигельные методы изготовления преформ световодов.
3. Методы переработки стекол в заготовки и световоды (штабик в трубке, вытяжка из расплава, световоды из одного материала, световоды стекло-полимер, отливка заготовок).
4. Изготовление световодов методом двойного тигля.
5. Методы получения кварцевого стекла.
6. CVD технология синтеза стекла.
7. Механизм термофореза.
8. Эффект усиления света за счет вынужденного излучения. Принцип работы активного световода.
9. Исходные соединения используемые для изготовления активных световодов.
10. Методы растворной технологии легирования кварцевого стекла оксидами РЗЭ.
11. Методы легирования кварцевого стекла оксидами РЗЭ из газовой фазы.
12. Волоконный усилитель и лазер. Отличие и принцип работы.
13. Вытяжка световодов на основе кварцевого стекла.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

1. История развития средств связи.
2. Теоретические основы распространения света в волоконном световоде.
3. Отражение, преломление, критические углы, числовая апертура.
4. Профиль показателя преломления.
5. Дисперсия (межмодовая и хроматическая) и способы ее устранения.
6. Условие одномодового режима работы световода.
7. Оптические потери в материалах. Затухание света в волоконных световодах.
8. Фундаментальные механизмы оптических потерь в стеклах.
9. Серые потери. Допустимое содержание примесей в различных материалах. Суммарные потери.
10. Материалы для изготовления волоконных световодов. Стекло и его свойства.
11. Кварцевое стекло. Многокомпонентные стекла. Полимерные материалы.
12. Материалы для ИК области спектра (халькогенидные, фторидные стекла, кристаллические материалы).

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

1. Методы изготовления волоконных световодов из многокомпонентных стекол.
2. Тигельные методы изготовления преформ световодов.
3. Методы переработки стекол в заготовки и световоды (штабик в трубке, вытяжка из расплава, световоды из одного материала, световоды стеклополимер, отливка заготовок).
4. Изготовление световодов методом двойного тигля.
5. Методы получения кварцевого стекла.
6. CVD технология синтеза стекла.
7. Механизм термофореза.
8. Изготовление преформ световодов на основе кварцевого стекла методом внешнего парофазного осаждения (OVD-метод).
9. Изготовление преформ световодов на основе кварцевого стекла методом аксиального осаждения (VAD-метод).
10. Изготовление преформ световодов на основе кварцевого стекла модифицированным методом химического осаждения из газовой фазы (MCVD-метод).
11. Эффект усиления света за счет вынужденного излучения. Принцип работы активного световода.
12. Редкоземельные элементы используемые для изготовления активных световодов на основе кварцевого стекла. Схема их энергетических уровней.
13. Исходные соединения используемые для изготовления активных световодов. Уровень чистоты и способы очистки.
14. Методы растворной технологии легирования кварцевого стекла оксидами РЗЭ.
15. Методы легирования кварцевого стекла оксидами РЗЭ из газовой фазы.
16. Волоконный усилитель и лазер. Отличие и принцип работы.
17. Вытяжка световодов на основе кварцевого стекла.
18. Измерение профиля показателя преломления в преформе световода.
19. Измерение оптических потерь в одномодовых световодах.
20. Измерение хроматической дисперсии в одномодовых световодах.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Основы волоконно-оптической связи / пер. с англ. под ред. Е. М. Дианова. - М. : Советское радио, 1980. - 230 с. : ил. - 1.30., 2 экз.

2. Саттаров Дамир Камердинович. Волоконная оптика. - Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1973. - 280 с. : ил. - 0.57., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Мидвинтер Джон Э. Волоконные световоды для передачи информации / пер. с англ. под ред. [и с послесл.] Е. М. Дианова . - М. : Радио и связь, 1983. - 336 с. : ил. - 1.80., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: MCVD установки для изготовления преформ

анализатор преформ P2610 Photon Kinetics для измерения профиля показателя преломления;
прибор для измерения равномерности распределения РЗЭ по длине преформы;
башня вытяжки световодов;
стенд для измерения оптических потерь в световодах;
вытяжные шкафы;

набор химических реактивов

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.