

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
1163422	Технология тонких пленок и покрытий

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Оптические технологии и материалы	Код ОП 1. 12.03.02/33.12
Направление подготовки 1. Оптехника	Код направления и уровня подготовки 1. 12.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фарафонтова Елена Павловна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	технологии стекла

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Технология тонких пленок и покрытий**

1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля включены дисциплины: Вакуумная техника, Оптические покрытия. В результате изучения дисциплин модуля студенты будут способны использовать особенности перехода электромагнитного излучения через оптические покрытия для анализа технических характеристик оптических приборов; синтезировать оптические покрытия в вакууме. В ходе обучения студенты выполняют проект по заданной тематике и по завершению модуля защищают его.

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	Вакуумная техника	3
2	Оптические покрытия	4
3	Проект по модулю Технология тонких пленок и покрытий	1
ИТОГО по модулю:		8

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Теория оптических приборов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Физические основы получения информации 2. Технология оптических элементов 3. Перспективные оптические технологии

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
Вакуумная техника	ПК-3 - Способность анализировать и	З-2 - Характеризовать основные методы, технологии и оборудование нанесения

	<p>оптимизировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, организовать и выполнять мероприятия по их внедрению</p>	<p>оптических покрытий различного назначения.</p> <p>З-3 - Описывать технологические процессы и оборудование фотолитографии.</p> <p>У-1 - Выбирать технологии и оборудование для нанесения покрытия с учетом их вида и назначения.</p> <p>У-3 - Анализировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, выявлять необходимость и направления их оптимизации.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор метода определения основных оптических характеристик покрытия с учетом их назначения.</p> <p>П-3 - На основе анализа технологических процессов фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения разрабатывать мероприятия по их оптимизации.</p>
<p>Оптические покрытия</p>	<p>ПК-3 - Способность анализировать и оптимизировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, организовать и выполнять мероприятия по их внедрению</p>	<p>З-1 - Перечислить основные виды оптических покрытий, методы расчета и определения их характеристик.</p> <p>З-2 - Характеризовать основные методы, технологии и оборудование нанесения оптических покрытий различного назначения.</p> <p>У-1 - Выбирать технологии и оборудование для нанесения покрытия с учетом их вида и назначения.</p> <p>У-2 - Выбирать методы определения основных оптических характеристик покрытия с учетом их назначения.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор метода определения основных оптических характеристик покрытия с учетом их назначения.</p> <p>П-2 - Выполнять расчет многослойного отражающего или просветляющего покрытия.</p>

<p>Проект по модулю Технология тонких пленок и покрытий</p>	<p>ПК-3 - Способность анализировать и оптимизировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, организовать и выполнять мероприятия по их внедрению</p>	<p>У-1 - Выбирать технологии и оборудование для нанесения покрытия с учетом их вида и назначения.</p> <p>П-2 - Выполнять расчет многослойного отражающего или просветляющего покрытия.</p>
---	---	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вакуумная техника

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Носов Александр Павлович	доктор физико- математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	технологии стекла

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20230623-01 от 23.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Носов Александр Павлович, Профессор, технологии стекла

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	Физика вакуума	Понятие о давлении и вакууме. Газовые законы. Понятие о степенях вакуума
2	Механические методы получения вакуума	Конструкции объёмных вакуумных насосов. Конструкции молекулярных вакуумных насосов
3	Физико-химические методы получения вакуума	Конструкции испарительных вакуумных насосов. Конструкции сорбционных вакуумных насосов. Конструкции криогенных вакуумных насосов
4	Измерение общих давлений	Деформационные преобразователи. Гидростатические преобразователи. Тепловые преобразователи. Электронные преобразователи. Магнитные преобразователи
5	Измерение парциальных давлений	Квадрупольные газоанализаторы. Магнитные газоанализаторы. Методы течеискания. Материалы, применяемые в вакуумной технике

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональн	целенаправленна	Технология	ПК-3 -	З-2 -

<p>ое воспитание</p>	<p>я работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>повышения коммуникативной компетентности</p> <p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	<p>Способность анализировать и оптимизировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, организовать и выполнять мероприятия по их внедрению</p>	<p>Характеризовать основные методы, технологии и оборудование нанесения оптических покрытий различного назначения.</p> <p>З-3 - Описывать технологические процессы и оборудование фотолитографии.</p> <p>У-1 - Выбирать технологии и оборудование для нанесения покрытия с учетом их вида и назначения.</p> <p>У-3 - Анализировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, выявлять необходимость и направления их оптимизации.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор метода определения основных оптических характеристик покрытия с учетом их назначения.</p> <p>П-3 - На основе</p>
----------------------	--	---	--	---

				<p>анализа технологических процессов фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения разрабатывать мероприятия по их оптимизации.</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная техника

Электронные ресурсы (издания)

1. Хабляян, М. Х.; Вакуумная техника: оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация : учебное пособие. 2. Вакуумные насосы; Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500916> (Электронное издание)
2. Хабляян, М. Х.; Вакуумная техника: оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация : учебное пособие. 1. Инженерно-физические основы; Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258831> (Электронное издание)
3. , Черменский, В. И., Близник, М. Г., Гулин, В. Н.; Вакуумная техника : Метод. указания к лаб. работам для студентов дневной формы обучения специальности 200500 - Электрон. машиностроение. Ч. 2. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1518> (Электронное издание)
4. , Черменский, В. И., Гулин, В. Н.; Вакуумная техника : метод. указания по конструированию типовых элементов вакуум. систем для студентов днев. формы обучения специальности 200500 - Электрон. машиностроение : в 2 ч. Ч. 2. ; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2004; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1742> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Розанов, Л. Н.; Вакуумная техника : Учебник для вузов по спец. "Электрон. машиностроение".; Высш. шк., Москва; 1990 (43 экз.)
2. Розанов, Л. Н.; Вакуумная техника : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электрон. машиностроение" направления подгот. "Электроника и микроэлектроника".; Высшая школа, Москва; 2007 (25 экз.)

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная техника

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Оптические покрытия

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Носов Александр Павлович	доктор физико- математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	технологии стекла

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20230623-01 от 23.06.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Носов Александр Павлович, Профессор, технологии стекла

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	Классификация оптических покрытий	Классификация по назначению. Просветляющие, отражающие, поляризационные, фильтрующие и защитные покрытия
2	Основы проектирования оптических покрытий	Интерференционные покрытия: многолучевая интерференция. Матричный метод. Проектирование просветляющих покрытий, интерференционных зеркал, светофильтров, поляризаторов. Металлические покрытия: структура, влияние технологических факторов на структуру тонкой плёнки
3	Способы нанесения оптических покрытий	CVD методы: газофазное осаждение, атомно-слоевое осаждение. PVD-методы: термическое испарение (резистивное, электронно-лучевое), ионно-плазменные методы: катодное, магнетронное, ионно-лучевое
4	Методы измерения толщины	Измерение толщины покрытий механическими методами. Измерение толщины покрытий оптическими методами

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональн	целенаправленна	Технология	ПК-3 -	З-1 - Перечислить

<p>ое воспитание</p>	<p>я работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>повышения коммуникативной компетентности</p> <p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	<p>Способность анализировать и оптимизировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, организовать и выполнять мероприятия по их внедрению</p>	<p>основные виды оптических покрытий, методы расчета и определения их характеристик.</p> <p>З-2 - Характеризовать основные методы, технологии и оборудование нанесения оптических покрытий различного назначения.</p> <p>У-1 - Выбирать технологии и оборудование для нанесения покрытия с учетом их вида и назначения.</p> <p>У-2 - Выбирать методы определения основных оптических характеристик покрытия с учетом их назначения.</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор метода определения основных оптических характеристик покрытия с учетом их назначения.</p> <p>П-2 - Выполнять расчет многослойного отражающего или просветляющего</p>
----------------------	--	---	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оптические покрытия

Электронные ресурсы (издания)

1. Орликов, Л. Н.; Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие. 2. ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209016> (Электронное издание)
2. Орликов, Л. Н.; Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие. 1. ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209014> (Электронное издание)
3. Орликов, Л. Н.; Основы технологии оптических материалов и изделий : учебное пособие. 2. ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209013> (Электронное издание)
4. Орликов, Л. Н.; Основы технологии оптических материалов и изделий : учебное пособие. 1. ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209012> (Электронное издание)
5. Орликов, , Л. Н.; Технология приборов оптической электроники и фотоники : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/13992.html> (Электронное издание)
6. Орликов, , Л. Н.; Основы технологии оптических материалов и изделий. Часть 1 : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/13959.html> (Электронное издание)
7. Орликов, , Л. Н.; Основы технологии оптических материалов и изделий. Часть 2 : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/13960.html> (Электронное издание)
8. Орликов, , Л. Н.; Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/13990.html> (Электронное издание)
9. Орликов, , Л. Н.; Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/13991.html> (Электронное издание)
10. Маскаева, Л. Н.; Технология тонких пленок и покрытий : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697358> (Электронное издание)
11. Васильев, В. Ю.; Технология тонких пленок для микро- и наноэлектроники : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575293> (Электронное издание)
12. Твердохлеб, П. В.; Оптические свойства тонких диэлектрических пленок : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576568> (Электронное издание)

13. Шашин, Д. Е.; Технологии изготовления и измерение оптических характеристик тонких пленок для применения в приборостроении: лабораторный практикум : практикум.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2022; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696375> (Электронное издание)

14. ; Гидрохимическое осаждение тонких пленок халькогенидов металлов : практикум.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695493> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Глэнг, Р., Елинсон, М. И., Майссел, Л., Смолко, Г. Г.; Технология тонких пленок : Справочник: В 2 т. Т. 1. ; Советское радио, Москва; 1977 (9 экз.)

2. , Глэнг, Р., Елинсон, М. И., Кан, И. Х., Мадер, С., Майссел, Л., Нейгебауэр, К. А., Смолко, Г. Г.; Технология тонких пленок : Справочник: В 2 т. Т. 2 /К.А. Нейгебауэр, С. Мадер, И.Х. Кан и др. ; Советское радио, Москва; 1977 (8 экз.)

3. Маскаева, Л. Н., Маскаева, Л. Н.; Технология тонких пленок и покрытий : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Каталог оптических сред <http://glassbank.ifmo.ru/rus/>

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оптические покрытия

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	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)

		Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)