

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фотолитографические технологии в оптическом производстве

Код модуля
1143265(0)

Модуль
Перспективные оптические технологии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Парамонова Ольга Леонидовна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии стекла

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- **Парамонова Ольга Леонидовна, Старший преподаватель, технологии стекла**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Фотолитографические технологии в оптическом производстве**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Фотолитографические технологии в оптическом производстве**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-3 -Способность анализировать и оптимизировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, организовать и выполнять мероприятия по их внедрению	З-3 - Описывать технологические процессы и оборудование фотолитографии. П-3 - На основе анализа технологических процессов фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения разрабатывать мероприятия по их оптимизации. У-3 - Анализировать технологические процессы фотолитографии и технологии нанесения оптических покрытий различного назначения, выявлять	Домашняя работа Контрольная работа Лекции Экзамен

	необходимость и направления их оптимизации.	
--	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	7,10	50
<i>контрольная работа</i>	7,14	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –		

Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Подготовка поверхности
2. Типы резистов
3. Процессы нанесения резистов
4. Виды термообработки после различных этапов
5. Экспонирование
6. Проявка фоторезиста
7. Перенос изображения
8. Удаление резиста

Примерные задания

Письменный опрос в тестовой форме

KPI

1. Достижение
Процесс формирования на поверхности подложки с помощью чувствительного материала защитного рельефного покрытия с изображением элементов топологии и последующего переноса изображения на подложку это _____
2. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Отслаивая или иным способом либо полимерная пленка со сформированными на ее поверхности элементами топологии из материала, не пропускающего активное излучение

а) топология	в) фоторезист
б) подложка	г) фотосаблон

3. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Процесс формирования на поверхности подложки с помощью чувствительных к ультрафиолетовому излучению покрытий, способных воспроизводить заданное взаимное расположение и конфигурацию этих элементов

а) фотолитография	в) негативный тех. процесс
б) литография	г) позитивный тех. процесс

4. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Световое излучение, воздействующее на фоторезист, вызывающее протекание фотохимических реакций и изменение растворимости облучаемых участков покрытия

а) инфракрасное излучение	в) рентгеновское излучение
б) активное излучение	г) ультрафиолетовое излучение

5. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Облучение излучением пленки фоторезиста, сформированной на подложке, через фотосаблон или с помощью управляемого луча.

а) проявление	в) экспонирование
б) травление	г) травление

6. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Светоустойчивый материал, имеющий свои свойства, прежде всего растворимость в проявителе, под воздействием активного излучения.

а) фотосаблон	в) фоторезист
б) подложка	г) топология

7. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Чертеж, определяющий взаимное расположение, конфигурацию и размеры его элементов (штрихов, цифр, знаков и пр.)

а) фотосаблон	в) фоторезист
б) подложка	г) топология

8. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Отслаивая, кристаллическая или другая оптическая деталь, на одной из поверхностей которой, как правило, плоской, формируется топология

а) фотосаблон	в) фоторезист
б) подложка	г) топология

9. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Обработка экспонированной пленки фоторезиста в целях удаления облученных или необлученных участков или создания рельефного изображения.

а) проявление	в) экспонирование
б) травление	г) травление

10. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Удаление материала подложки или материала покрытия на подложке с участков, не защищенных пленкой фоторезиста.

а) проявление	в) экспонирование
б) травление	г) травление

11. **УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ**
а) технологический процесс фотолитографии, в результате которого темные элементы топологии на фотосаблоне переносятся на подложку в виде светлых элементов
а) позитивный технологический процесс
- б) технологический процесс фотолитографии, в результате которого темные элементы топологии на фотосаблоне переносятся на подложку в виде темных элементов
б) негативный технологический процесс

	в)
--	----

12. **УСТАНОВИТЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ**

1) перенос изображения	
2) удаление резиста	
3) экспонирование	
4) совмещение фотосаблона с пластиной	
5) подготовка поверхности	
6) проявка резиста	
7) термообработка (защипывание)	
8) термообработка (сушка)	
9) нанесение слоя резиста	

 13. **УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ**
а) слой фоторезиста, сформированный на подложке, под воздействием ультрафиолетового излучения теряет растворимость
а) негативный фоторезист
 - б) слой фоторезиста под воздействием ультрафиолетового излучения приобретает растворимость
б) позитивный фоторезист

 14. **УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ**
Резисты

а) Позитивные резисты	1) Полиметилметакрилат
б) Негативные резисты	2) Диалкилсульфонид резист
	3) Полиимид

 15. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
Синтез новых резистов работает в следующей области спектра

а) УФ-излучение	в) инфракрасное УФ-излучение
б) рентген-излучение	

 16. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ВАРИАНТА ОТВЕТА**
В какой области не работают ДУВ-резисты

а) УФ-излучение	в) дальний УФ
б) ближний УФ	

 17. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕРА ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ**
Методы нанесения резиста

а) инкрементирование	д) в вакуумной камере
б) погружение	е) каталитический метод
в) нанесение кисточкой	ж) окунание
г) центрифужный метод	з) метод вытеснения

 18. **ВЫБЕРИТЕ НОМЕРА ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОТВЕТОВ**
Толщина пленки резиста зависит от

а) вязкости	в) скорости вращения при нанесении
б) объема нанесенного резиста	г) ускорения
в) продолжительности быстрого вращения	ж) скорости после ускорения

 19. **УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ**
Виды термообработки

а) Предварительная термическая обработка	1) после операции нанесения
б) Термообработка	2) после операции экспонирования
в) Защипывание	3) после операции проявления

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Чистые помещения и среды, связанные с ними

Примерные задания

Домашняя работа «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды»

Вариант 2

1. ГОСТ ИСО 14644-1-2017 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха

1.1 Какие размеры частиц рассматриваются стандартом?

1.2 Каким дескриптором описываются макрочастицы?

1.3 Определить максимально допустимую концентрацию частиц C_p для частиц диаметром 0,6 мкм, класс ИСО 6

1.4 Опишите данное помещение

Класс 5 ИСО; оснащенное состояние; 0,5 мкм (3520 частиц/м³); 5 мкм (29 частиц/м³).
Есть ли ошибка в записи?

1.5 Определить класс чистоты при помощи дискретного счетчика частиц с рассеянием света, провести обработку данных (приложения В и С из ГОСТ ИСО 14644-1–2017) по следующим исходным характеристикам.

Чистое помещение площадью $A=68$ м³. Заданный класс чистоты воздуха 6 ИСО.
Размеры частиц 0,2 мкм и 0,5 мкм. Получены следующие результаты счета

Точка отбора проб Число частиц с размерами, мкм

0,2 0,5

1 2458 365

2 1857 184

3 5925 100

4 2854 700

5 4512 220

6 3458 250

7 4857 230

8 4752 370

2 ГОСТ Р 56190-2014 Чистые помещения. Методы энергосбережения

2.1 Определить зависимость концентрации частиц и времени восстановления от кратности воздухообмена для следующих исходных данных. Построить график, сделать выводы.

Чистое помещение в эксплуатируемом состоянии;

-объем $V=90$ м³

- численность персонала 4 человека;

- класс чистоты 6 ИСО; оснащенное состояние; заданный размер частиц 0,5 мкм;

- интенсивность выделения частиц с размерами 0,5 мкм одним человеком равна 104 частиц/с (используется одежда для чистых помещений);

- выделение частиц оборудованием практически отсутствует, т.е. учитывается только выделение частиц персоналом;

- интенсивность выделения частиц с размерами 0,5 мкм внутри помещения $n=4 \cdot 104$ частиц/с;

- $C_0=107$ частиц/м³,

- кратность воздухообмена N , соответствует ряду 5, 10, 15, 20, 30;

- коэффициент эффективности системы вентиляции для чистых помещений с неоднаправленным (турбулентным) потоком принимается $\eta=0,7$.

3 ГОСТ Р ИСО 8573-1-2016 Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы чистоты

3.1 Классы чистоты сжатого воздуха в определенной точке обозначают следующим образом. Опишите запись: ИСО 8573-1:2010 [3:4:3]

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основные термины
 2. Фоторезисты
 3. Основные технологические операции
 4. Фотошаблоны
 5. Фотолитографическое оборудование
 6. Чистота воздушной среды, микроклимат, специальные условия производства
 7. Виды оптических шкал
 8. Подложки оптических шкал
 9. Маскирующие покрытия
 10. Фотолитографические технологии
 11. Способы изготовления фотошаблонов оптических шкал
 12. Металлизированные зеркальные покрытия
 13. Диэлектрические зеркальные покрытия
 14. Использование фотолитографии при изготовлении других деталей
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология повышения коммуникативной компетентности Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-3	У-3 П-3	Домашняя работа Контрольная работа Лекции Экзамен