МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«26» _____10_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, наноэлектроника и микросистемная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **Передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	часов
	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 26.10.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75493

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение современных литографических процессов, применяемые для изготовления интегральных схем, ознакомление с базовыми технологическими операциями, материалами, методиками изготовления интегральных схем.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных методов литографии применимые при производстве интегральных схем.
2. Ознакомление с материальными и техническими средствами для реализации литографических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.04.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 75493

ПК-2. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знает терминологию в области электроники и наноэлектроники	Знает основные методы литографических процессов, применяемые для формирования интегральных элементов микроэлектроники.
	ПК-2.2. Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности	Умеет создавать технологические маршруты и выполнять технологические операции при изготовлении изделий электроники
	ПК-2.3. Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых современных достижений науки и передовых технологий)	Владеет навыками использования литературы, которая позволит проводить анализ современных достижений в литографии, выявлять тенденции применяемых материалов для литографии

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	10	10
Подготовка к семинару / семинару-конференции	15	15
Подготовка к тестированию	8	8
Выполнение индивидуального задания	3	3
Общая трудоемкость (в часах)	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	2	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 75493

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Контактная литография	3	3	7	13	ПК-2
2 Литография прямой прорисовки	4	4	7	15	ПК-2
3 Электронно-лучевая литография	3	3	7	13	ПК-2
4 Проекционная литография	5	5	9	19	ПК-2
5 Материалы для литографии	3	3	6	12	ПК-2
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Контактная литография	- Основы технологии контактной литографии; - Технологические ограничения контактной литографии; - Оборудование для контактной литографии; - Практическое применение контактной литографии.	3	ПК-2
	Итого	3	
2 Литография прямой прорисовки	- Основы технологии DWL; - Технологические ограничения технологии DWL; - Оборудование для технологии DWL; - Практическое применение технологии DWL.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Электронно-лучевая литография	- Основы технологии ЭЛЛ; - Технологические ограничения ЭЛЛ; - Оборудование для ЭЛЛ; - Практическое применение ЭЛЛ.	3	ПК-2
	Итого	3	

Согласована на портале № 75493

4 Проекционная литография	- Основы технологии проекционной литографии; - Технологические достижения проекционной литографии; - Оборудование для проекционной литографии; - Практическое применение проекционной литографии.	5	ПК-2
	Итого	5	
5 Материалы для литографии	- Полимерные материалы для ЭЛЛ; - Полимерные материалы для фотолитографии; - Полимерные материалы для термолитографии; - Технологические параметры материалов для литографии.	3	ПК-2
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Контактная литография	- Расчет технологических ограничений; - Расчет допустимых отклонений от заданного технологического размера. - Практическое применение контактной литографии.	3	ПК-2
	Итого	3	
2 Литография прямой прорисовки	- оптический тракт в системы DWL; - расчет эффекта близости для пиксельного режима сканирования в технологии DWL; - 3Д технология для DWL.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Электронно-лучевая литография	- Расчет зависимости дозы экспонирования от тока накала; - Расчет эффекта близости для формирования периодических структур; - Расчет режимов экспонирования для многослойных масок.	3	ПК-2
	Итого	3	

Согласована на портале № 75493

4 Проекционная литография	- технологические ограничения при проекционной литографии; - расчет эффекта близости.	5	ПК-2
	Итого	5	
5 Материалы для литографии	- Полимерные материалы; - Классификация материалов по толщине маски; - Исследование зависимости плоскостности поверхности от режимов нанесения полимерного материала	3	ПК-2
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Контактная литография	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	ПК-2	Семинар / семинар-конференция
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	7		
2 Литография прямой прорисовки	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	ПК-2	Семинар / семинар-конференция
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	7		

Согласована на портале № 75493

3 Электронно-лучевая литография	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	ПК-2	Семинар / семинар-конференция
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	7		
4 Проекционная литография	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	ПК-2	Семинар / семинар-конференция
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	9		
5 Материалы для литографии	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	ПК-2	Семинар / семинар-конференция
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	Зачёт с оценкой, Индивидуальное задание, Семинар / семинар-конференция, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 75493

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Индивидуальное задание	10	10	10	30
Тестирование	5	5	5	15
Семинар / семинар-конференция	10	5	10	25
Итого максимум за период	35	30	35	100
Нарастающим итогом	35	65	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 460 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/512259.

7.2. Дополнительная литература

1. Технология кремниевой наноэлектроники [Текст] : учебное пособие / Т. И. Данилина, В. А. Кагадей, Е. В. Анищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2-е изд. - Томск : ТУСУР, 2015. - 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).

Согласована на портале № 75493

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

2. Данилина, Т. И. Технология кремниевой наноэлектроники: Практико-ориентированное учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Т. И. Данилина. — Томск: ТУСУР, 2017. — 61 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6845.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 220 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная панель;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 75493

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Контактная литография	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций

Согласована на портале № 75493

2 Литография прямой прорисовки	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций
3 Электронно-лучевая литография	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций
4 Проекционная литография	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций
5 Материалы для литографии	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 75493

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Контактная фотолитография применяется для? а) экспонирования фоторезистов через фотошаблон; б) экспонирование фоторезистов в пошаговом режиме, задействую выбранную область на фотошаблоне; в) экспонирование фоторезиста с помощью электронного-луча; г) экспонирования фоторезиста через фотошаблон.
2. Литография прямой прорисовки не применяется для? а) экспонирования фотошаблонов; б) экспонирования фоторезистов; в) экспонирования без резистивной маски; г) экспонирования негативных фоторезистов.
3. Чем обусловлен размерный эффект близости в ЭЛЛ? а) уширением области экспонирования пучка за счет рассеяния электронов; б) уменьшением диаметра

Согласована на портале № 75493

электронного луча в резисте; в) увеличением электронного тока катода; г) увеличением длины пробега электронов.

4. 3Д литография это? а) технология получения объемной конструкции за счет последовательного формирования слоёв полимерного материала; б) технология получения объемной конструкции в полимерном материале за счет частичного разрушения материала; в) технология получения объемной конструкции за счет равномерного последовательного воздействия излучением на полимерный материал; г) технология получения объемной конструкции за счет формирования слоёв полимерного материала в заданных координатах.
5. Проекционная литография обусловлена: а) экспонированием фоторезиста без использования фотошаблона; б) экспонированием фоторезиста и электронного резиста прямой прорисовкой; г) экспонирование фоторезистов и электронных резистов в пошаговом режиме, задействую выбранную область на фотошаблоне; г) экспонирования фоторезиста через фотошаблон.
6. Какой тип излучения применяется для контактной фотолитографии? а) когерентное монохроматическое электромагнитное излучение; б) не когерентное электромагнитное излучение; в) ионное излучение; г) не когерентное излучение фотонов.
7. Проекционная литография обусловлена: а) низкой скоростью экспонирования и высокой разрешающей способностью; б) высокой скоростью экспонирования и высокой разрешающей способностью; в) высокой скоростью экспонирования и низкой разрешающей способностью; г) высокой скоростью экспонирования за счет технологии прямой прорисовки.
8. Электронно-лучевая литография применяется для технологических процессов ...: а) которые требуют высокую разрешающую способность и не высокую производительность; б) которые требуют высокую разрешающую способность и высокую производительность; в) которые требуют не высокую разрешающую способность без использования фотошаблонов; г) которые требуют не высокую разрешающую способность для изготовления фотошаблонов;
9. Литография прямой прорисовки основана на: а) технологии экспонирования через фотошаблон с уменьшением размера; б) технологией попиксельного экспонирования без использования фотошаблона; в) технологией экспонирования не когерентным электромагнитным излучением; г) технологией экспонирования электромагнитным излучением без использования фотошаблона с уменьшением размера.
10. Чем обусловлена разрешающая способность литографии прямой прорисовки? а) длиной волны электромагнитного излучения; б) минимальным топологическим размером эталонного фотошаблона; в) толщиной фоторезиста; г) скоростью сканирования оптическим лучём.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Литография прямой прорисовки;
2. Электронно-лучевая литография;
3. Проекционная литография;
4. Контактная фотолитография;
5. Фоторезист;
6. lift-of процесс;
7. Материалы для resist-proces.

9.1.3. Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций

1. Технологические ограничения различных видов литографии;
2. Пути повышения разрешающей способности различных видов литографии;
3. Подбор материалов для различных видов литографии;
4. Тенденции развития литографии;
5. Альтернативные виды литографии.

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Способы повышения разрешающей способности в технологии DWL;

Согласована на портале № 75493

2. Способы повышения скорости экспонирования для электронно-лучевой литографии;
3. Способы повышения разрешающей способности проекционной литографии;
4. Способы повышения разрешающей способности контактной фотолитографии;
5. Способы повышения скорости экспонирования в технологии DWL.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 75493

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 75493

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 2 от «20» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КУДР	И.В. Кулинич	Разработано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a

Согласована на портале № 75493