Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.06.2026 12:12:27
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Полиграфический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Полиграфического факультета

_____/Нагорнова И.В./

«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Функциональные материалы»

29.04.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства»
Профиль
Полиграфические технологии производства промышленной продукции

Квалификация
магистр
Форма обучения
Очная

Москва 2026

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Технологии
и управление качеством в полиграфическом
и упаковочном производстве», к.т.н.,  /Ф.А. Доронин/

Руководитель образовательной программы
к.т.н.,  /И.В. Нагорнова/

Оглавление

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 1
Согласовано: 2
Область применения и нормативные ссылки 4
1. Цели и задачи освоения дисциплины. 4
2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры. 4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
Структура и содержание дисциплины. 5
Содержание разделов дисциплины 5
Органическая и Функциональные материалы 5
Нанотехнологии в электронике 5
Основные компоненты микросхем 5
Производство микропленочных резистов 5
Разработка топологии ГИС 5
Методы диагностики наноструктур 5
Спектральные методы исследования. 5
Нанотехнологии и материалы нанотехнологий в полиграфии 6
Нанотехнологии в производстве полиграфических материалов. 6
Нанобумага. 6
Электронная бумага. 6
Наноструктурированные краски 6
Нанотехнологии для защиты ценных бумаг. 6
5. Образовательные технологии 6
методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. 7
Форма промежуточной аттестации: зачет 7
б) дополнительная литература: 9
в) программное обеспечение и интернет-ресурсы: 9
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины. 9
9. Методические рекомендации для преподавателя 9

Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся по направлению подготовки 29.04.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства».

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Функциональные материалы» следует отнести:

– формирование у студентов системы компетентных знаний в области методов и приемов, применяемых при изучении и проектировании производства наноструктур;

– подготовка студентов к использованию базовых полиграфических технологических процессов и оборудования, применяемых в производстве наноматериалов, компонентов наномикроэлектроники и наносистемной техники.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Функциональные материалы» следует отнести:

- владение знаниями о фундаментальных основах технологических процессов получения наноматериалов, компонентов наноэлектроники, микро- и наносистемной техники;

–готовностьработатьнасовременномтехнологическом оборудовании, используемом в производстве наноматериалов, компонентов наноэлектроники, микро- и наносистемной техники.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Функциональные материалы» относится к числу основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Функциональные материалы» связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Материалы печатной электроники

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся

формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

ОПК-1. Способен использовать современные достижения науки и инновационные разработки в практической деятельности, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию в области создания полиграфической продукции и упаковки для товаров народного потребления

ОПК-2. Способен анализировать и использовать знания фундаментальных наук при проведении исследований и создании новой конкурентоспособной полиграфической продукции и упаковки

Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц, т. е. **144** академических часов (из них 90 часа – самостоятельная работа).

Разделы дисциплины «Функциональные материалы» изучаются на четвертом курсе во втором семестре**: 18 ч (лек); 36 ч (сем.)**

.

Содержание разделов дисциплины

Введение

Общие сведения о нанотехнологиях. Основные функции наноэлектроники. Нанонаука. Виды наночастиц. Критические размеры микросхем.

Органическая и Функциональные материалы

Органическая и Функциональные материалы. Материалы органической электроники.

Нанотехнологии в электронике

Основные функции наноэлектроники. Микро – и нанолитография.

Основные компоненты микросхем

Полупроводниковые приборы. Наноэлектроника на нанотрубках. Квантовые устройства. Молекулярная электроника.

Производство микропленочных резистов

Тонкие пленки в электронно-вычислительной аппаратуре.

Разработка топологии ГИС

Компоновка принципиальной электрической схемы устройства.

Методы диагностики наноструктур

Электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.

Спектральные методы исследования.

Электронная ОЖЕ-спектроскопия. Фотоэмиссионная спектроскопия.

Магнитный резонанс. Нанотестирование.

Нанотехнологии и материалы нанотехнологий в полиграфии

Нанография как новая технология цифровой печати. Технология нанопечати электронных чип-компонентов.

Нанотехнологии в производстве полиграфических материалов.

Производство бумаги. Наночернила для принтеров. Наночернила для печати электронных микросхем.

Нанобумага.

Что такое нанобумага? Нанобумага для струйных принтеров. Молекулярная бумага.

Электронная бумага.

Общие сведения об электронной бумаге. Многоцветная (полихромная) электронная бумага. Электрофлюидная электронная бумага.

Наноструктурированные краски

Общие сведения по наноструктурированным краскам. Высокопрочная нанокраска. Бактерицидные нанокраски.

Нанотехнологии для защиты ценных бумаг.

Нанотехнологическая база защиты ценных бумаг и ее метрологическое обеспечение. Перспективные нанотехнологии защиты ценных бумаг.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Функциональные материалы» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного занятий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Функциональные материалы» и

в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению и выполнение лабораторных работ;
- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Функциональные материалы» (индивидуально для каждого обучающегося);

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися

планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочейпрограммой и технологической картой по дисциплине «Функциональные материалы».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	**Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.**
Не зачтено	**Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.**

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1 . Юрков Н.К. Технология производства электронных средств/ Н.К. Юрков. – Санкт-Петербург.: «Лань», 2014 – 480с. Режим доступа:

https://e.lanbook.com/book/41019#book_name

б) дополнительная литература:

1. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию./Н. Кобаяси, пер. с японского.- М.: БИНОМ.2005.-134с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

- Специализированная учебная лаборатория кафедры «Технология и

управление качеством в полиграфическом и упаковочном производстве» Ауд. 2503 оснащенная компьютерами.

9. Методические рекомендации для преподавателя

Для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины задаются домашние работы, задачи определяются преподавателем индивидуально для каждого обучающегося.

Перечень оценочных средств по дисциплине «Функциональные материалы»

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Устный опрос собеседовани, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Зачет (З)	Средство контроля усвоения обучающимся учебного материала по всем разделам дисциплины.	Комплект вопросов для оценки качества освоения дисциплины

Контрольная №1

Вариант №1.

1. Определить полное сопротивление резистора, если резистор занимает прямоугольник длиной L = 50мм и шириной B = 50 мм, внешний радиус закругления r_1 = 3,5 мм, внутренний радиус закругления r_2 =3,0 мм, удельное поверхностное сопротивление квадрата R =50ом.
2. Определить длину l резистивной пленки, если К = 4.

Вариант №2.

1. Определить полное сопротивление резистора, если резистор занимает прямоугольник длиной L = 50мм и шириной B = 50 мм, внешний радиус закругления r_1 = 3,5 мм, внутренний радиус закругления r_2 =3,0 мм, удельное поверхностное сопротивление квадрата R =50ом.
2. Определить ширину b резистивной пленки, если К = 4.

Контрольная №2

Вариант №1

1. Определить ширину ореола растискивания печати при следующих исходных данных:

   Радиус печатающего элемента R = 5 мкм, высота слоя краски hн = 2мкм, динамическая вязкость краски = 350 пуаз, давление печати Ро = 0,3 мПа.
2. Определить сопротивление пленочного резистора длиной 5 мм, шириной 0,8 мм, если поверхностное сопротивление равно 75 ом.

Вариант №2.

1. Определить ширину ореола растискивания печати при следующих исходных данных:

   Радиус печатающего элемента R = 4 мкм, высота слоя краски hн = 1,7 мкм, динамическая вязкость краски = 380 пуаз, давление печати Ро = 0,25 мПа.
2. Определить поверхностное сопротивление материала, если сопротивление резистора прямоугольной формы равно 420 ом, длина 8 мм, ширина 1,5мм.

Вопросы к аттестации по курсу «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

1. Сущность и содержание курса наномикроэлектроники.
2. Понятие органической и печатной электроники.
3. Основные положения нанотехнологии.
4. Литография. Определение, назначение.
5. Нанопечать. Основные технологии нанопечати.
6. Перемещение слоя краски в зоне контакта печатной пары.
7. Расчет микропленочного резистора прямолинейной формы.
8. Расчет микропленочного резистора криволинейной формы.
9. Расчет графической точности флексографской печати.
10. Нанолитография. Основные методы микро- и нанолитографии.
11. Нанобумага. Виды нанобумаги.
12. Электронная бумага. Виды электронной бумаги.