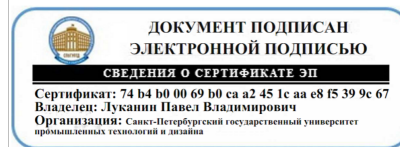


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.02 Нанотехнологии и наноматериалы

Учебный план: _____ ФГОС3++m150402-12_26-12.plx

Кафедра: 7 Машин автоматизированных систем

Направление подготовки:
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:
(специализация) Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного производства

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

От кафедры составителя:
Заведующий кафедрой машин автоматизированных систем

Тотухов Ю.А.

От выпускающей кафедры:
Заведующий кафедрой

Тотухов Ю.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний, профессиональных компетенций и практических навыков в области физики, химии, биологии и инженерии наноматериалов, а также их применения для решения актуальных научно-технических и производственных задач.

1.2 Задачи дисциплины:

1. Изучение основных понятий и терминологии нанонауки (нанообъект, наноструктура, квантовые эффекты);
2. Освоение физико-химических основ формирования и стабильности наноматериалов;
3. Анализ взаимосвязи «состав-структура-свойства» для различных классов материалов (металлы, полупроводники, полимеры, композиты);
4. Рассмотрение областей применения наноматериалов в современной технике: микроэлектроника, медицина (адресная доставка лекарств), энергетика (аккумуляторы, солнечные элементы), машиностроение.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Для успешного освоения дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы» обучающийся должен обладать следующими знаниями, умениями и навыками (входными компетенциями) по физике, химии, материаловедению и метрологии.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5: Способен выбирать и обосновывать состав параметров для мониторинга и диагностики параметров оборудования технологических комплексов целлюлозно-бумажного производства средней сложности и для управления
Знать: основные типы наноструктурированных материалов, используемых для создания чувствительных элементов; базовые подходы к созданию функциональных нанопокровов и сенсоров; принципы работы и возможности современного аналитического оборудования для контроля параметров нанообъектов.
Уметь: анализировать технологический процесс с целью выявления ключевых точек контроля, где применение наноматериалов повысит эффективность мониторинга; выбирать и обосновывать состав параметров для мониторинга, аргументируя выбор преимуществами использования наноструктурированных сенсоров; сравнивать традиционные методы диагностики с методами, основанными на применении наноматериалов.
Владеть: методологией оценки эффективности и целесообразности применения нанотехнологий для повышения надёжности и управляемости оборудования технологических комплексов.
ПК-6: Способен разрабатывать выбор и обоснование параметров оборудования технологических комплексов целлюлозно-бумажного производства и управления ими
Знать: современные наноструктурированные материалы (композиты, керамика, покрытия), их свойства и методы получения, используемые для создания износостойких, коррозионностойких и высокопрочных деталей машин; основные стандарты и требования, регламентирующие применение новых материалов и технологий в промышленном оборудовании.
Уметь: анализировать техническое задание на оборудование с целью определения, какие свойства наноматериалов могут обеспечить требуемые эксплуатационные характеристики; выбирать конкретные типы наноматериалов или наноструктурированных покрытий для решения инженерных задач.
Владеть: навыком разработки и обоснования конструктивных параметров оборудования (геометрия, материал, покрытие) с учетом возможностей нанотехнологий для достижения заданных показателей производительности и долговечности; навыком постановки задачи для исследовательских и производственных подразделений по разработке или испытанию новых материалов и покрытий для конкретного вида оборудования целлюлозно-бумажного производства.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теоретические аспекты нанотехнологий и наноматериалов	3				О
Тема 1. Введение в нанонауку и нанотехнологии		2	4	5	
Тема 2. Технологии получения наноматериалов		4	4	5	
Тема 3. Методы исследования и диагностики наноструктур		2	4	10	
Тема 4. Углеродные наноматериалы		2	4	7	
Раздел 2. Промышленное применение нанотехнологий					Пр,Т
Тема 5. Наноматериалы в электронике и фотонике		2	4	10	
Тема 6. Функциональные покрытия и нанокомпозиты		2	4	5	
Тема 7. Нанотехнологии в целлюлозно-бумажной промышленности		2	4	10	
Тема 8. Перспективы развития и проблемы нанотехнологий		1	6	5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	57	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,5		90,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-5	Знать: основные типы наноструктурированных материалов, используемых для создания чувствительных элементов; базовые подходы к созданию функциональных нанопокровов и сенсоров; принципы работы и возможности современного аналитического оборудования для контроля параметров нанообъектов. Уметь: анализировать технологический процесс с целью выявления ключевых точек контроля, где применение наноматериалов повысит эффективность мониторинга; выбирать и обосновывать состав параметров для мониторинга, аргументируя выбор преимуществами использования наноструктурированных сенсоров; сравнивать традиционные методы диагностики с методами, основанными на применении наноматериалов. Владеть: методологией оценки эффективности и целесообразности применения нанотехнологий для повышения надёжности и управляемости оборудования технологических комплексов.
ПК-6	Знать: современные наноструктурированные материалы (композиты, керамика, покрытия), их свойства и методы получения, используемые для создания износостойких, коррозионностойких и высокопрочных деталей машин; основные стандарты и требования, регламентирующие применение новых материалов и технологий в промышленном оборудовании. Уметь: анализировать техническое задание на оборудование с целью определения, какие свойства наноматериалов могут обеспечить требуемые эксплуатационные характеристики; выбирать конкретные типы наноматериалов или наноструктурированных покрытий для решения инженерных задач. Владеть: навыком разработки и обоснования конструктивных параметров оборудования (геометрия, материал, покрытие) с учетом возможностей нанотехнологий для достижения заданных показателей производительности и долговечности; навыком постановки задачи для исследовательских и производственных подразделений по разработке или испытанию новых материалов и покрытий для конкретного вида оборудования целлюлозно-бумажного производства.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Выполнено не менее 90% заданий всех уровней сложности. Студент демонстрирует глубокое понимание материала, способность решать нестандартные задачи и аргументировать свои действия. Допускаются незначительные ошибки.	
4 (хорошо)	Выполнено не менее 75% заданий. Студент владеет основным содержанием дисциплины, решает типовые задачи, но может испытывать затруднения при выполнении заданий высокого уровня сложности или допускать ошибки в нестандартных ситуациях.	
3 (удовлетворительно)	Выполнено не менее 60% заданий, преимущественно базового уровня. Студент воспроизводит основные понятия и алгоритмы, но допускает существенные ошибки при их применении или не справляется с заданиями повышенного уровня.	
2 (неудовлетворительно)	Студент не владеет базовыми знаниями и умениями. Справляется менее чем с 60% заданий базового	

	уровня.	
--	---------	--

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Дайте определение нанотехнологии. Что такое «наношкала» и каковы ее границы в единицах измерения?
2	Перечислите и кратко охарактеризуйте основные причины, по которым свойства вещества изменяются при переходе к наноразмерному состоянию (например, изменение температуры плавления, каталитической активности).
3	Что такое квантово-размерные эффекты? Как они проявляются в наночастицах и квантовых точках?
4	Дайте определение фуллерена, нанотрубки и графена. Какая структура является основой для углеродных нанотрубок?
5	Опишите принцип работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) и атомно-силового микроскопа (АСМ). В чем их принципиальное различие?
6	Какие существуют два основных подхода к созданию наноструктур («сверху вниз» и «снизу вверх»)? Приведите примеры технологий для каждого из подходов.
7	Что такое «эффект лотоса»? Объясните физическую причину возникновения сверхгидрофобности на микро- и наноструктурированных поверхностях.
8	Дайте определение квантовой точки. От каких параметров зависят ее оптические свойства (цвет свечения) и как это используется на практике?
9	Что такое метаматериалы? В чем их отличие от обычных материалов и для каких применений они разрабатываются (например, маскирующие покрытия)?
10	Каковы основные области применения нанотехнологий в современной электронике? Приведите конкретные примеры.

6.3.2 Типовые тестовые задания

1. Что такое нанотехнология?
А) Технология создания объектов размером более 100 нанометров.
Б) Технология, работающая с веществом на атомном и молекулярном уровне, как правило, в масштабе от 1 до 100 нанометров.
В) Раздел биологии, изучающий клетки.
Г) Метод обработки металлов при высоких температурах.
2. Какое из этих явлений НЕ является характерным для наноразмерных объектов?
А) Увеличение удельной площади поверхности.
Б) Появление квантово-размерных эффектов.
В) Изменение температуры плавления материала.
Г) Сохранение всех макросвойств вещества без изменений.
3. Как называется базовый структурный элемент углеродных нанотрубок?
А) Графен
Б) Фуллерен C₆₀
В) Нанокластер
Г) Квантовая точка
4. Что такое графен?
А) Трехмерная кристаллическая решетка углерода.
Б) Аллотропная модификация углерода, представляющая собой плоскость из атомов углерода толщиной в один атом.
В) Полимерный материал.
Г) Тип полупроводникового перехода.
5. В чем заключается эффект лотоса, который стремятся воспроизвести в нанотехнологиях?
А) Способность материала к сверхпроводимости при комнатной температуре.
Б) Сверхвысокая гидрофобность и самоочищение поверхности за счет ее микро- и наноструктуры.
В) Способность поглощать весь спектр видимого света.
Г) Способность материала менять цвет в зависимости от температуры.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Вы работаете в лаборатории, где необходимо оценить, как изменится реакционная способность нанопорошка оксида алюминия (Al₂O₃) при уменьшении размера его частиц. Исходный порошок имеет сферические частицы со средним диаметром 10 мкм. В ходе помола размер частиц был уменьшен до 100 нм. Плотность оксида алюминия составляет 3,97 г/см³. Рассчитайте удельную площадь поверхности (в м²/г) для исходного порошка (10 мкм). Рассчитайте удельную площадь поверхности (в м²/г) для нанопорошка (100 нм). Во сколько раз увеличилась площадь поверхности при переходе к наноразмеру?
2. Вы — инженер-оптик, разрабатывающий дисплей нового поколения на квантовых точках (QLED). Вам необходимо подобрать размер нанокристаллов для получения чистого красного и синего цветов свечения. Известно, что цвет излучения квантовой точки зависит от её размера из-за квантово-размерного эффекта. Объясните, как размер квантовой точки влияет на длину волны излучаемого света. Какой размер (больший или меньший) должен иметь нанокристалл для излучения в синей области спектра, а какой — для излучения в красной? Обоснуйте свой ответ с точки зрения физики явления.
3. Вы руководите проектом по созданию легкого и прочного композитного материала для авиационной промышленности. Армирование полимерной матрицы планируется осуществлять углеродными нанотрубками (УНТ). Вам необходимо выбрать наиболее подходящий метод синтеза УНТ для промышленного применения. Сравните два метода синтеза углеродных нанотрубок: Дуговой разряд (Arc Discharge) и Химическое осаждение из газовой фазы (CVD - Chemical Vapor Deposition)
4. Вы работаете в компании по производству фасадных красок. Отдел маркетинга предлагает выпустить новую линейку самоочищающихся красок для зданий, использующих эффект лотоса. Вам поручено оценить целесообразность этого проекта. Опишите принцип работы покрытия с эффектом лотоса. Какие потенциальные проблемы могут возникнуть при эксплуатации такого фасада в реальных городских или промышленных условиях? Предложите способы решения этих проблем.
5. Вы — разработчик в фармацевтической компании. Вы создали противоопухолевый препарат в форме липосомы — сферической наночастицы из фосфолипидов. Диаметр липосомы составляет 100 нм. Для эффективного воздействия на опухоль необходимо доставить дозу активного вещества в 5 мг на килограмм массы тела пациента. Пациент весит 70 кг. Рассчитайте общую массу активного вещества, которую необходимо ввести пациенту. Если общая масса введенных липосом должна быть в 2 раза больше массы активного вещества (нагрузка 50%), рассчитайте общую массу липосом для введения. Какое преимущество дает использование такой наночастицы по сравнению с введением чистого препарата?

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»
Условием допуска к экзамену (компьютерному тестированию) является успешное прохождение контрольного опроса и выполнение презентации на заданную тему.

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования на платформе moodle. Время тестирования - 30 мин, количество вопросов - 30 шт. Шкала оценивания (процент правильно выполненных тестовых заданий):
90% и выше - отлично, 75% - хорошо, 60% - удовлетворительно, менее 60% - неудовлетворительно

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
О. В. Асташкина, В. А. Жуковский, А. А. Лысенко	Фундаментальные основы инновационных текстильных технологий. Фундаментальные основы в области химии и нанотехнологии при разработке инновационных текстильных технологий	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202130
Солнцев, Ю. П., Пряхин, Е. И., Вологжанина, С. А., Петкова, А. П., Солнцева, Ю. П.	Нанотехнологии и специальные материалы	Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ	2020	http://www.iprbookshop.ru/97818.html
В. А. Липин	Нанотехнологии в химической технологии производства полимеров: учебное пособие	М-во науки и высшего обр. РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1589388828.pdf
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Андреевский Р. А.	Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. — 4-е изд., электрон. — (Нанотехнологии (Лаборатория знаний))	Москва: Лаборатория знаний	2020	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=372656

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронная библиотека Лань [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

3DScan

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска

Аудитория	Оснащение
Б-128	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-128а	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска