

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор
 по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 14 » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

САПР наносистем

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед, / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
6	3 / 108	18		18	72	зачет
Итого	3 / 108	18		18	72	зачет

Владимир 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «САПР наносистем» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	Формулировка цели
Ц2	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности</i> , включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий

Целями освоения дисциплины (модуля) «САПР наносистем» являются:

- изучение основных принципов многокомпонентного 3D проектирования наносистем;
- изучение наноматериалов и наноструктур с новыми функциональными возможностями;
- изучение классификации наносистем (наноустройств) и молекулярной элементной базы;
- изучение компьютерного проектирования 3D наносистем (наноустройств);
- изучение возможностей компьютерного моделирования процессов синтеза наноматериалов и наносистем;
- формирование у студентов знаний по основам составления моделей наносистем, исследования этих моделей и обработки результатов таких исследований;
- воспитание ответственности за продукт своих разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «САПР наносистем» относится вариативной части обязательных дисциплин.

Для успешного изучения дисциплины «САПР наносистем» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Высшая математика» и «Компьютерные технологии в машиностроении», «Физико-механические компоненты наносистем».

Из дисциплины «Высшая математика» студент должен знать:

- матричные операции;
- множества и операций над ними;
- методы решения дифференциальных уравнений;
- интегральные исчисления;

Из дисциплины «Компьютерные технологии в машиностроении» студент должен знать:

- основы работы с MathCAD;
- решение уравнений;
- интерполяция и предсказание;
- математическая обработка результатов экспериментальных данных.

владеть:

- навыками решения задач в MathCad;
- самостоятельной реализации основных этапов решения несложных задач;

Из дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» студент должен знать:

- что такое наноструктурные состояния;
- основные теоретические положения неравновесной термодинамики локальных структурных превращений в твердых телах в неоднородных полях внешних воздействий;
- основные причины зарождения всех видов дефектов, пор, трещин и изменения структурно-фазового состояния.
- механизмы стабилизации наноструктурных кристаллических состояний.

Дисциплина «САПР наносистем» является частью блока дисциплин посвященных теоретическому изучению свойств и поведения наноструктурированных объектов, наносистем и процессов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

Р2, Р5 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проектных работах по созданию и производству нанообъектов, модулей и изделий на их основе (ПК-7):

- **Знать** специализированные программные средства, обеспечивающие автоматизированное проектирование наносистем;
- **Уметь** применять физико-математические методы при моделировании объектов наносистем и процессов;
- **Владеть** навыками применения прикладных программных средств в области моделирования объектов наносистем и процессов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Многокомпонентные наносистемы и наноустройства (МКНН)	6									
1.1	Нанoeлектронные компоненты для сверхскоростных систем генерации, хранения, передачи и обработки информации. Нанохимические компоненты (сорбенты, катализаторы, насосы, реакторы) для высокоэффективной очистки, избирательного сверхскоростного высокопроизводительного синтеза, атомно-молекулярной инженерии. Наноинструмент для процессов атомно-молекулярной инженерии. Модели наноустройств (нанодвигатели, наноманипуляторы, молекулярные насосы, высокоплотная память, элементы механизмов нанороботов).		1-2	2		2		8		2/50%	<i>Рейтинг-контроль №1</i>
1.2	Проблемы перехода от 2D-интегральных схем к 3D-молекулярным структурам. Уравнение Шредингера. Основы молекулярной электроники. Наноэлемент НЕ-ИЛИ Картера. Логические возможности молекулярных систем. Молекулярные запоминающие устройства. Молекулярная элементная база как система с распределенными параметрами. Многоуровневое функционирование.		3-4	2		2		8		2/50%	
1.3	Новая концепция нейрокомпьютинга, ее отличие от традиционной концепции фон Неймана. Принцип самоорганизации многокомпонентных 3D наносистем. Реакционно-диффузионные средства обработки информации. Проектирование реакционно-диффузионного процессора. Примеры вычислений. Биологические принципы обработки информации.		5-6	2		2		8		2/50%	
2	Моделирование объектов наносистем и процессов										
2.1	Принципы: атомизма, наблюдае-		7-	2		2		8		2/50%	<i>Рейтинг-</i>

	мости и познаваемости, периодичности элементов, активности атомов, физического и химического связывания, структурной организации, неадитивности свойств наносистем, дизайна, внутреннего совершенства, внешнего оправдания.	8							<i>контроль по тестам №2</i>	
2.2	Методы численного моделирования в наноматериаловедении, масштабные и структурные уровни деформирования и разрушения твердых тел и проблемы моделирования, основные принципы и технологии компьютерного моделирования эволюции под нагрузкой мезообъемов конструкционной нанокерамики.	9-10	2		2		8		2/50%	
2.3	Модельные расчеты упруго-вязкопластического поведения мезообъема вязкого конструкционного керамического композита с наноструктурой	11-12	2		2		8		2/50%	
3	Структура современных САПР, контроля и диагностики наносистем									
3.1	Метрика процессов синтеза наноматериалов и нанокомпозиций. Экспресс-методы контроля геометрии, структуры, химического состава, физических, химических и биологических свойств объектов наноразмеров. Диагностика поведения МКНН. Экспресс-методы регистрации электрических, магнитных и акустических полей нанообъектов. Микро- и наноинструмент для процессов атомно-молекулярной инженерии.	13-14	2		2		8		2/50%	<i>Рейтинг-контроль №3</i>
3.2	Ввод в систему проектов на языке описания наноструктур. Менеджер иерархий системы. Примеры иерархического описания наноструктур на языке. Системы математического моделирования в нанотехнологиях.	15-16	2		2		8		2/50%	
3.3	Система многомасштабного моделирования наноструктурированных материалов и устройств. Команды редактирования и масштабирования нанообъектов. Шаблоны. Использование готовых узлов. Методика создания моделей наносистем. Библиотека и база данных готовых наноструктур.	17-18	2		2		8		2/50%	
ИТОГО			18		18		72		18/50%	Зачет

Лекции

Тема 1. Нанoeлектронные компоненты для сверхскоростных систем генерации, хранения, передачи и обработки информации. Нанохимические компоненты (сорбенты, катализаторы, насосы, реакторы) для высокоэффективной очистки, избирательного сверхскоростного высокопроизводительного синтеза, атомно-молекулярной инженерии. Нанoinструмент для процессов атомно-молекулярной инженерии. Модели нанoустройств (нанодвигатели, наноманипуляторы, молекулярные насосы, высокоплотная память, элементы механизмов нанороботов).

Тема 2. Проблемы перехода от 2D-интегральных схем к 3D-молекулярным структурам. Уравнение Шредингера. Основы молекулярной электроники. Нанoeлемент НЕ-ИЛИ Картера. Логические возможности молекулярных систем. Молекулярные запоминающие устройства. Молекулярная элементная база как система с распределенными параметрами. Многоуровневое функционирование.

Тема 3. Новая концепция нейрокompьютинга, ее отличие от традиционной концепции фон Неймана. Принцип самоорганизации многокомпонентных 3D наносистем. Реакционно-диффузионные средства обработки информации. Проектирование реакционно-диффузионного процессора. Примеры вычислений. Биологические принципы обработки информации.

Тема 4. Принципы: атомизма, наблюдаемости и познаваемости, периодичности элементов, активности атомов, физического и химического связывания, структурной организации, неаддитивности свойств наносистем, дизайна, внутреннего совершенства, внешнего оправдания.

Тема 5. Методы численного моделирования в наноматериаловедении, масштабные и структурные уровни деформирования и разрушения твердых тел и проблемы моделирования, основные принципы и технологии компьютерного моделирования эволюции под нагрузкой мезообъемов конструкционной нанокерамики.

Тема 6. Модельные расчеты упруго-вязкопластического поведения мезообъема вязкого конструкционного керамического композита с наноструктурой.

Тема 7. Метрика процессов синтеза наноматериалов и нанокompозиций. Экспресс-методы контроля геометрии, структуры, химического состава, физических, химических и биологических свойств объектов наноразмеров. Диагностика поведения МКНН. Экспресс-методы регистрации электрических, магнитных и акустических полей нанoобъектов. Микро- и нанoinструмент для процессов атомно-молекулярной инженерии.

Тема 8. Ввод в систему проектов на языке описания наноструктур. Менеджер иерархий системы. Примеры иерархического описания наноструктур на языке. Системы математического моделирования в нанотехнологиях.

Тема 9. Система многомасштабного моделирования наноструктурированных материалов и устройств. Команды редактирования и масштабирования нанoобъектов. Шаблоны. Использование готовых узлов. Методика создания моделей наносистем. Библиотека и база данных готовых наноструктур.

Темы лабораторных работ

№ пп	Учебно-образовательный раздел. Цели лабораторного практикума	Наименование лабораторных работ
1.	Раздел 1. Цель: Приобретение навыков использования нанoinструментов для процессов атомно-молекулярной инженерии.	1. Моделирование и исследование свойств молекул методом молекулярной механики 2. Моделирование и исследование свойств молекул при помощи методов вычислительной квантовой химии 3. Конструирование и исследование

		свойств наночастиц, полученных путем обрезания супрамолекулярных комплексов
2.	Раздел 2. Цель: Приобретение навыков использования методов численного моделирования в наноматериаловедении	1. Интерфейс и возможности учебно-исследовательской программы для моделирования нано- и микроструктур. 2. Моделирование микроструктуры методом частиц. 3. Самосборка ансамблей микро- и наночастиц в капле растворителя.
3.	Раздел 3. Цель: Приобретение навыков использования современной системы многомасштабного моделирования наноструктурированных материалов и устройств	1. Имитационное моделирование диффузионных процессов в мембранах. 2. Имитационное моделирование оптического отклика на сорбцию в ансамбле наночастиц. 3. Моделирование оптического отклика вблизи сенсорного слоя (моделирование хемосенсора).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии. При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятия. При проведении лабораторных работ используются поисковый и исследовательский методы, в том числе, case study.

Ниже приводится описание образовательных технологий, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения дисциплины. Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражается в матрице (см. табл). Перечень методов обучения и форм организации обучения может быть расширен.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	Лекции	Лабораторные работы	СРС
Методы			
IT-методы			
Работа в команде		+	+
Case study		+	
Игра			
Методы проблемного обучения.	+		
Обучение на основе опыта	+	+	
Опережающая самостоятельная работа			+
Проектный метод			
Поисковый метод		+	+
Исследовательский метод		+	+
Другие методы			

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Вопросы рейтинг-контроля №1

1. Структура, свойства, технология изготовления, область применения квантовых точек.
2. Структура, свойства, технология изготовления, область применения квантовых нитей.
3. Структура, свойства, технология изготовления, область применения нанотрубок.
4. Устройство углеродных нанотрубок (УНТ), что понимают под их "хиральностью"?
5. Механические свойства УНТ, специфические особенности поведения УНТ при механических деформациях.
6. Структура, свойства, технология изготовления, область применения нановолокон.
7. Структура, свойства, технология изготовления, область применения линейных полимеров.
8. Структура, свойства, технология изготовления, область применения квантовых ям.
9. Структура, свойства, технология изготовления, область применения сверхрешеток.
10. Структура, свойства, технология изготовления, область применения пленок Ленгмюра—Блоджетт.
11. Структура, свойства, технология изготовления, область применения биомембран.
12. Структура, свойства, технология изготовления, область применения нанокompозитных материалов.
13. Структура, свойства, технология изготовления, область применения фуллеренов.
14. Структура, свойства, технология изготовления, область применения фуллероидов.
15. Структура, свойства, технология изготовления, область применения мицелл.
16. Структура, свойства, технология изготовления, область применения биоорганических полимеров.
17. Структура, свойства, технология изготовления, область применения графена.
18. Принцип действия полевого транзистора на графене, его преимущества перед полевыми транзисторами на полупроводниках?
19. Устройство, структура и принцип действия чувствительных весов на графене.

Вопросы рейтинг-контроля №2

1. Основные представления о диссипативной динамике частиц. Общее и отличия по сравнению с молекулярной динамикой.
2. Способы исследования упорядоченных и неупорядоченных микроструктур, полученных в результате процесса самосборки.
3. История возникновения понятий самосборки и самоорганизации, эволюция понятий, сходство и отличие.
4. Две основные задачи при описании самосборки в микрокаплях и тонких пленках.
5. Движущие силы самосборки: взаимодействия основных компонентов системы в процессе самосборки.
6. Практические способы управления результатом процесса самосборки.
7. Что такое "супрамолекулярная химия"? Назовите два основных характерных признака и приведите примеры супрамолекулярных структур.
8. Что такое "молекулы-кавитанды", "молекулы-крипанды", "краун-эфиры", изобразите их структурную схему.
9. Что такое "молекулярная инженерия"?
10. Сенсоры как неотъемлемая составная часть элементной базы информатики?
11. Как устроены молекулярные сенсоры с люминесцентным маркером? Объясните принцип их функционирования.
12. Как устроены специализированные (селективные) наночастицы металла? Изобразите их nanoархитектуру.

13. Что такое "иммунохроматографический анализ"? Начертите устройство и опишите принципы функционирования иммунохроматографической тестовой полоски.
14. На каком принципе они функционируют "колориметрические наносенсоры"?
15. Как устроены наносенсоры, предназначенные для выявления присутствия в растворе олигомеров? Как они функционируют?
16. Что такое "молекулярное распознавание"? Чем обусловлена его избирательность, селективность?
17. Использование многослойных УНТ в качестве механических узлов для наноинструментов?
18. Как ведут себя капсулированные внутри УНТ вещества?
19. Использование фуллерена как переходного звена между электропроводящей полимерной молекулой и металлом?
20. Преимущества УНТ при использовании их в качестве наноразмерных проводников и резисторов в интегральных схемах?
21. Нанозлектромеханические реле на УНТ, их структура, принцип действия, область применения.

Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Принципы, положенные в основу работы квантовых компьютеров. Принципиальная схема квантового компьютера.
2. Общие требования и основные направления в развитии элементной базы квантовых компьютеров.
3. Из каких элементов состоит ячейка УНТ флеш-памяти с плавающим затвором? Изобразите ее структуру и опишите работу.
4. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на полевых транзисторах с зарядовыми ловушками? Изобразите ее структуру и опишите работу.
5. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на элементах с изменением фазового состояния? Изобразите ее структуру и опишите работу.
6. Как устроена ячейка электромеханической памяти на УНТ? Объясните принцип ее действия.
7. Как устроена ячейка памяти на фуллерене, капсулированном внутри УНТ? Объясните принцип ее действия.
8. Использование УНТ в сканирующих атомных силовых и туннельных микроскопах.
9. Устройство, структура и принцип действия чувствительных весов на УНТ.
10. Что такое наноструктурные состояния?
11. Ключевая роль производства энтропии в неравновесной термодинамике локальных структурных превращений в твердых телах в неоднородных полях внешних воздействий.
12. Локальные зоны гидростатического растяжения как термодинамическая основа зарождения всех видов дефектов, пор, трещин и изменения структурно-фазового состояния.
13. Роль квазиаморфной фазы в стабилизации наноструктурных кристаллических состояний.
14. Современные наноматериалы, их квалификация.
15. Супрамолекулярные системы, как механизм образования наноструктур.
16. Молекулярная самосборка, как механизм образования наноструктур.
17. Модели нанокластеров.
18. Использование моделей квантово-механического уровня для описания процессов образования и эволюции наносистем.
19. Использование методов молекулярной динамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
20. Использование методов физической мезомеханики и неравновесной термодинамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
21. Использование метода Монте-Карло для описания процессов образования и эволюции наносистем.

Вопросы к зачету

1. Структура, свойства, технология изготовления, область применения квантовых точек.
2. Структура, свойства, технология изготовления, область применения квантовых нитей.
3. Структура, свойства, технология изготовления, область применения нанотрубок.
4. Устройство углеродных нанотрубок (УНТ), что понимают под их "хиральностью"?
5. Механические свойства УНТ, специфические особенности поведения УНТ при механических деформациях.
6. Структура, свойства, технология изготовления, область применения нановолокон.
7. Структура, свойства, технология изготовления, область применения линейных полимеров.
8. Структура, свойства, технология изготовления, область применения квантовых ям.
9. Структура, свойства, технология изготовления, область применения сверхрешеток.
10. Структура, свойства, технология изготовления, область применения пленок Ленгмюра—Блоджетт.
11. Структура, свойства, технология изготовления, область применения биомембран.
12. Структура, свойства, технология изготовления, область применения нанокompозитных материалов.
13. Структура, свойства, технология изготовления, область применения фуллеренов.
14. Структура, свойства, технология изготовления, область применения фуллероидов.
15. Структура, свойства, технология изготовления, область применения мицелл.
16. Структура, свойства, технология изготовления, область применения биоорганических полимеров.
17. Структура, свойства, технология изготовления, область применения графена.
18. Принцип действия полевого транзистора на графене, его преимущества перед полевыми транзисторами на полупроводниках?
19. Устройство, структура и принцип действия чувствительных весов на графене.
20. Основные представления о диссипативной динамике частиц. Общее и отличия по сравнению с молекулярной динамикой.
21. Способы исследования упорядоченных и неупорядоченных микроструктур, полученных в результате процесса самосборки.
22. История возникновения понятий самосборки и самоорганизации, эволюция понятий, сходство и отличие.
23. Две основные задачи при описании самосборки в микрокаплях и тонких пленках.
24. Движущие силы самосборки: взаимодействия основных компонентов системы в процессе самосборки.
25. Практические способы управления результатом процесса самосборки.
26. Что такое "супрамолекулярная химия"? Назовите два основных характерных признака и приведите примеры супрамолекулярных структур.
27. Что такое "молекулы-кавитанды", "молекулы-крипанды", "краун-эфиры", изобразите их структурную схему.
28. Что такое "молекулярная инженерия"?
29. Сенсоры как неотъемлемая составная часть элементной базы информатики?
30. Как устроены молекулярные сенсоры с люминесцентным маркером? Объясните принцип их функционирования.
31. Как устроены специализированные (селективные) наночастицы металла? Изобразите их nanoархитектуру.
32. Что такое "иммунохроматографический анализ"? Начертите устройство и опишите принципы функционирования иммунохроматографической тестовой полоски.
33. На каком принципе они функционируют "колориметрические наносенсоры"?
34. Как устроены наносенсоры, предназначенные для выявления присутствия в растворе олигомеров? Как они функционируют?

35. Что такое "молекулярное распознавание"? Чем обусловлена его избирательность, селективность?
36. Использование многослойных УНТ в качестве механических узлов для нанoinструментов?
37. Как ведут себя капсулированные внутри УНТ вещества?
38. Использование фуллерена как переходного звена между электропроводящей полимерной молекулой и металлом?
39. Преимущества УНТ при использовании их в качестве наноразмерных проводников и резисторов в интегральных схемах?
40. Нанoeлектромеханические реле на УНТ, их структура, принцип действия, область применения.
41. Принципы, положенные в основу работы квантовых компьютеров. Принципиальная схема квантового компьютера
42. Общие требования и основные направления в развитии элементной базы квантовых компьютеров.
43. Из каких элементов состоит ячейка УНТ флеш-памяти с плавающим затвором? Изобразите ее структуру и опишите работу.
44. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на полевых транзисторах с зарядовыми ловушками? Изобразите ее структуру и опишите работу.
45. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на элементах с изменением фазового состояния? Изобразите ее структуру и опишите работу.
46. Как устроена ячейка электромеханической памяти на УНТ? Объясните принцип ее действия.
47. Как устроена ячейка памяти на фуллерене, капсулированном внутри УНТ? Объясните принцип ее действия.
48. Использование УНТ в сканирующих атомных силовых и туннельных микроскопах.
49. Устройство, структура и принцип действия чувствительных весов на УНТ.
50. Что такое наноструктурные состояния?
51. Ключевая роль производства энтропии в неравновесной термодинамике локальных структурных превращений в твердых телах в неоднородных полях внешних воздействий.
52. Локальные зоны гидростатического растяжения как термодинамическая основа зарождения всех видов дефектов, пор, трещин и изменения структурно-фазового состояния.
53. Роль квазиаморфной фазы в стабилизации наноструктурных кристаллических состояний.
54. Современные наноматериалы, их квалификация.
55. Супрамолекулярные системы, как механизм образования наноструктур.
56. Молекулярная самосборка, как механизм образования наноструктур.
57. Модели нанокластеров.
58. Использование моделей квантово-механического уровня для описания процессов образования и эволюции наносистем.
59. Использование методов молекулярной динамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
60. Использование методов физической мезомеханики и неравновесной термодинамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
61. Использование метода Монте-Карло для описания процессов образования и эволюции наносистем.

Самостоятельная работа студентов

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- механизм образования наноструктур;
- наноструктурные материалы;
- функциональные и конструкционные наноматериалы.

Темы индивидуальных заданий:

Моделирование нано- и микроструктур с использованием наноконструктора.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- супрамолекулярные системы;
- модели нанокластеров;
- углеродные нанотрубки (структура и свойства);
- фуллерены (структура и свойства);
- полупроводниковые гетероструктуры (гетеропереходы, гетероструктуры, сверхрешетки);
- органические проводники и полупроводники;
- фотонные кристаллы;
- пленки поверхностно-активных веществ;
- ДНК как компонент наноструктур
- молекулярная самосборка.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Юрчук, С.Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики. Курс лекций [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2013. — 47 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47471.
2. Заводинский, В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2013. — 175 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59650.
3. Юрчук, С.Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур и структур с нанометровыми размерами. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2013. — 45 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47470.

б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Ибрагимов, И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2010. - 377 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=156.
2. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс] / под ред. У. Жу, Ж.Л. Уанга. - М.: БИНОМ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321230.html>.
3. Наномир без формул [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин; под ред. проф. Л.Н. Патрикеева. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329236.html>.

в) Internet-ресурсы:

www.intuit.ru/studies/courses/12176/1169/lecture/19595
www.nanonewsnet.ru
www.nanodigest.ru
www.portalnano.ru
www.nano-info.ru

Учебно-методические издания

1. Иванченко А.Б. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «САПР наносистем» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Иванченко А.Б. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «САПР наносистем» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Иванченко А.Б. Оценочные средства по дисциплине «САПР наносистем» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>


8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Суперкомпьютер «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс.
2. Четыре компьютерных класса, обеспечивающие связь с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ».
3. Лицензионное программное обеспечение: университетские версии CAD/CAM/CAE-систем ANSYS, SolidWorks Simulation, математические пакеты Mathcad, MATLAB, система управления вычислительными экспериментами и визуализации результатов моделирования LabDesk, наноконструктор (Desktop-версия), квантово-механический комплекс моделирования и исследования свойств молекул GAMESS и Fire-Fly.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС
ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

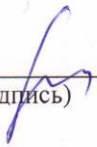
Рабочую программу составил к.т.н., доцент Ивонченко А.Б. 
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):
Главный инженер ООО «ТАГ-Инжиниринг»

Богатырев Н.В. 

(место работы, должность, ФИО, подпись)

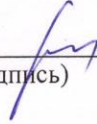
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения
Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. 

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. 

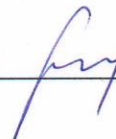
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 7 от 6.08.2017 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____



Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____