

2015

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



по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизированное проектирование наносистем»

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоем- кость зач. ед, час. | Лек- ций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз./зачет) |
|---------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 8 | 3, 108 | 20 | - | 20 | 68 | зачет с оценкой |
| Итого | 3, 108 | 20 | - | 20 | 68 | зачет с оценкой |

Владимир, 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Автоматизированное проектирование 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 |
| Ц3 | Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической деятельности</i> , обеспечивающей участие в составе коллектива исполнителей в работах по производству и контролю качества нанообъектов и изделий на их основе; |

Целями освоения дисциплины «Автоматизированное проектирование 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 «Автоматизированное проектирование наносистем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Для успешного изучения дисциплины ««Автоматизированное проектирование 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 «Автоматизированное проектирование 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:

Р1, Р2, Р4, 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 проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические) (ПК-б):

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;

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

знать: специализированные инженерные программные комплексы, обеспечивающие автоматизированное проектирование нанообъектов, модулей и изделий на их основе;

уметь: определять этапы проектирования и программные модули при выполнении проектных работ по созданию и производству нанообъектов, модулей и изделий на их основе;

владеть: навыками работы в инженерных комплексах и специализированных программах, обеспечивающих автоматизированное проектирование наносистем.

готовностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке технической документации для производства, эксплуатации и технического обслуживания изделий на основе нанообъектов (ПК-11):

знать: основные этапы разработки технической документации для производства, эксплуатации и технического обслуживания изделий на основе нанообъектов;

уметь: определять состав и содержание технической документации для производства, эксплуатации и технического обслуживания изделий на основе нанообъектов;

владеть: навыками применения современных программных комплексов при разработке технической документации для производства, эксплуатации и технического обслуживания изделий на основе нанообъектов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | 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 | |
|-------|---|---------|--|--------|----------------------|---------------------|--------------------|-----|---|--|----------------------------|
| | | | Неделя семестра | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС | | | кп / кр |
| 1 | Принципы проектирования наносистем: атомизма, наблюдаемости и познаваемости, периодичности элементов, активности атомов, физического и химического связывания, структурной организации, неадитивности свойств наносистем, дизайна, внутреннего совершенства, внешнего оправдания. | 8 | 1 | 2 | | 2 | | 8 | | 2/50% | <i>Рейтинг-контроль №1</i> |
| 2 | Методы численного моделирования в наноматериаловедении. | | 2 | 2 | | 2 | | 8 | | 2/50% | |
| 3 | Масштабные и структурные уровни деформирования и разрушения твердых тел и проблемы моделирования. | | 3 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |
| 4 | Основные принципы и технологии компьютерного моделирования эволюции под нагрузкой мезообъемов конструкционной нанокерамики. | | 4 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |
| 5 | Модельные расчеты упруго-вязкопластического поведения мезообъема вязкого конструкционного керамического композита с наноструктурой. | | 5 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |
| 6 | Метрика процессов синтеза наноматериалов и нанокompозиций. Экспресс-методы контроля геометрии, структуры, химического со- | | 6 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |

| | | | | | | | | | | |
|-------|--|----|----|--|----|--|----|--|--------|----------------------------|
| | става, электрофизических и оптических параметров, химических и биологических свойств объектов нано размеров. | | | | | | | | | |
| 7 | Диагностика поведения многокомпонентных наносистем и наноустройств (МКНН). Экспресс-методы регистрации электрических, магнитных и акустических полей нанообъектов, контроль их физических и химических свойств. Микро- и наноинструмент для процессов атомно-молекулярной инженерии. | 7 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |
| 8 | Графическая интерактивная система проектирования МКНН, функциональные возможности и интерфейс системы. Панели инструментов, структура рабочего поля, режимы выполнения команд проектирования. Иерархическое проектирование наноструктур. | 8 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | <i>Рейтинг-контроль №3</i> |
| 9 | Ввод в систему проектов на языке описания наноструктур. Менеджер иерархий системы. Примеры иерархического описания наноструктур на языке. Системы математического моделирования в нанотехнологиях. | 9 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |
| 10 | 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. | 10 | 2 | | 2 | | 6 | | 2/50% | |
| ИТОГО | | | 20 | | 20 | | 68 | | 20/50% | Зачет с оценкой |

Лекции

Тема 1. Принципы проектирования наносистем: атомизма, наблюдаемости и познаваемости, периодичности элементов, активности атомов, физического и химического связывания, структурной организации, неадитивности свойств наносистем, дизайна, внутреннего совершенства, внешнего оправдания.

Тема 2. Методы численного моделирования в наноматериаловедении.

Тема 3. Масштабные и структурные уровни деформирования и разрушения твердых тел и проблемы моделирования.

Тема 4. Основные принципы и технологии компьютерного моделирования эволюции под нагрузкой мезообъемов конструкционной нанокерамики.

Тема 5. Модельные расчеты упруго-вязкопластического поведения мезообъема вязкого конструкционного керамического композита с наноструктурой.

Тема 6. Метрика процессов синтеза наноматериалов и нанокompозиций. Экспресс-методы контроля геометрии, структуры, химического состава, электрофизических и оптических параметров, химических и биологических свойств объектов нано размеров.

Тема 7. Диагностика поведения многокомпонентных наносистем и наноустройств (МКНН). Экспресс-методы регистрации электрических, магнитных и акустических полей нано объектов, контроль их физических и химических свойств. Микро- и наноинструмент для процессов атомно-молекулярной инженерии.

Тема 8. Графическая интерактивная система проектирования МКНН, функциональные возможности и интерфейс системы. Панели инструментов, структура рабочего поля, режимы выполнения команд проектирования. Иерархическое проектирование наноструктур.

Тема 9. Ввод в систему проектов на языке описания наноструктур. Менеджер иерархий системы. Примеры иерархического описания наноструктур. Системы математического моделирования в нанотехнологиях.

Тема 10. 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.

Лабораторные работы

1. Моделирование и исследование свойств молекул методами 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
4. Интерфейс и возможности учебно-исследовательской программы для моделирования нано- и микроструктур.
5. Моделирование микроструктуры методом частиц.
6. Моделирование самосборки ансамблей микро- и наночастиц в капле растворителя.
7. Имитационное моделирование диффузионных процессов в мембранах.
8. Имитационное моделирование оптического отклика на сорбцию в ансамбле
9. наночастиц.
10. Моделирование оптического отклика вблизи сенсорного слоя (моделирование
11. хемосенсора).
12. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сфер.

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; УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Вопросы для текущего контроля

Рейтинг-контроль № 1

1. Основные представления о диссипативной динамике частиц. Общие 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-эфир", 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 наноархитектуру.
13. Что такое "иммунохроматографический анализ"? Начертите устройство и опишите принципы функционирования иммунохроматографической тестовой полоски.
14. На каком принципе они функционируют "колориметрические наносенсоры"?

Рейтинг-контроль № 2

1. Как устроены наносенсоры, предназначенные для выявления присутствия в растворе олигомеров? Как они функционируют?
2. Что такое "молекулярное распознавание"? Чем обусловлена его избирательность, селективность?
3. Использование многослойных УНТ в качестве механических узлов для наноинструментов?
4. Как ведут себя капсулированные внутри УНТ вещества?
5. Использование фуллерена как переходного звена между электропроводящей полимерной молекулой и металлом?
6. Преимущества УНТ при использовании их в качестве наноразмерных проводников и резисторов в интегральных схемах?
7. Нанoeлектромеханические реле на УНТ, их структура, принцип действия, область применения.
8. Принципы, положенные в основу работы квантовых компьютеров. Принципиальная схема квантового компьютера.
9. Общие требования и основные направления в развитии элементной базы квантовых компьютеров.
10. Из каких элементов состоит ячейка УНТ флеш-памяти с плавающим затвором? Изобразите ее структуру и опишите работу.
11. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на полевых транзисторах с зарядовыми ловушками? Изобразите ее структуру и опишите работу.
12. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на элементах с изменением фазового состояния? Изобразите ее структуру и опишите работу.
13. Как устроена ячейка электромеханической памяти на УНТ? Объясните принцип ее действия.
14. Как устроена ячейка памяти на фуллерене, капсулированном внутри УНТ? Объясните принцип ее действия.

Рейтинг-контроль № 3

1. Использование УНТ в сканирующих атомных силовых и туннельных микроскопах.
2. Устройство, структура и принцип действия чувствительных весов на УНТ.
3. Что такое наноструктурные состояния?
4. Ключевая роль производства энтропии в неравновесной термодинамике локальных структурных превращений в твердых телах в неоднородных полях внешних воздействий.
5. Локальные зоны гидростатического растяжения как термодинамическая основа зарождения всех видов дефектов, пор, трещин и изменения структурно-фазового состояния.
6. Роль квазиаморфной фазы в стабилизации наноструктурных кристаллических состояний.
7. Современные наноматериалы, их квалификация.
8. Супрамолекулярные системы, как механизм образования наноструктур.
9. Молекулярная самосборка, как механизм образования наноструктур.
10. Модели нанокластеров.
11. Использование моделей квантово-механического уровня для описания процессов образования и эволюции наносистем.

12. Использование методов молекулярной динамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
13. Использование методов физической мезомеханики и неравновесной термодинамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
14. Использование метода Монте-Карло для описания процессов образования и эволюции наносистем.

Вопросы для промежуточной аттестации – зачету с оценкой

1. Основные представления о диссипативной динамике частиц. Общие 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-эфир", 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. Нанoeлектромеханические реле на УНТ, их структура, принцип действия, область применения.
22. Принципы, положенные в основу работы квантовых компьютеров. Принципиальная схема квантового компьютера
23. Общие требования и основные направления в развитии элементной базы квантовых компьютеров.
24. Из каких элементов состоит ячейка УНТ флеш-памяти с плавающим затвором? Изобразите ее структуру и опишите работу.
25. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на полевых транзисторах с зарядовыми ловушками? Изобразите ее структуру и опишите работу.

26. Как устроена ячейка УНТ флеш-памяти на элементах с изменением фазового состояния? Изобразите ее структуру и опишите работу.
27. Как устроена ячейка электромеханической памяти на УНТ? Объясните принцип ее действия.
28. Как устроена ячейка памяти на фуллерене, капсулированном внутри УНТ? Объясните принцип ее действия.
29. Использование УНТ в сканирующих атомных силовых и туннельных микроскопах.
30. Устройство, структура и принцип действия чувствительных весов на УНТ.
31. Что такое наноструктурные состояния?
32. Ключевая роль производства энтропии в неравновесной термодинамике локальных структурных превращений в твердых телах в неоднородных полях внешних воздействий.
33. Локальные зоны гидростатического растяжения как термодинамическая основа зарождения всех видов дефектов, пор, трещин и изменения структурно-фазового состояния.
34. Роль квазиаморфной фазы в стабилизации наноструктурных кристаллических состояний.
35. Современные наноматериалы, их квалификация.
36. Супрамолекулярные системы, как механизм образования наноструктур.
37. Молекулярная самосборка, как механизм образования наноструктур.
38. Модели нанокластеров.
39. Использование моделей квантово-механического уровня для описания процессов образования и эволюции наносистем.
40. Использование методов молекулярной динамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
41. Использование методов физической мезомеханики и неравновесной термодинамики для описания процессов образования и эволюции наносистем.
42. 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 (электронно-библиотечная система ВлГУ):

1. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем [Электронный ресурс] / Заводинский В.Г. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113977.html>
2. Нанокластеры: рентгеноспектральные исследования и компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / Мазалова В.Л., Кравцова А.Н., Солдатов А.В. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114578.html>
3. Моделирование 3D наносхемотехники [Электронный ресурс] / Н.К. Трубочкина. - М.: БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326334.html>

б) дополнительная литература (электронно-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. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс] / Матюшкин И.В. - М.: Техносфера, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948362861.html>
3. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий [Электронный ресурс]: методы и применение/ Роберт Андерхальт [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 599 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24329>. — ЭБС «IPRbooks».
4. Головин Ю.И. Наномир без формул [Электронный ресурс] / Головин Ю.И. — Электрон. текстовые данные. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 544 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4598>. — ЭБС «IPRbooks».

в) периодические издания:

САПР и графика. — Москва: Б.М.Молчанов.

г) 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 «Автоматизированное проектирование 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 «Автоматизированное проектирование 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 «Автоматизированное проектирование 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 Шващенко А.Б. [подпись]
(ФИО, подпись)

Рецензент:
(представитель работодателя) ООО «Конструкторское бюро технологий
машиностроения», генеральный директор

Дарсалия Р.Г.
(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. [подпись]
(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

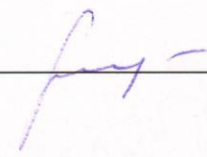
Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. [подпись]
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2018 / 2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 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. _____