

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

27» апреля 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И НАНОСИСТЕМ

индекс и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Направление подготовки/специальность 02.04.01 математика и компьютерные науки

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация математические методы теории сложных систем

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая
(академическая /прикладная)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника магистр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И НАНОСИСТЕМ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки

02.04.01 математика и компьютерные науки

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

С.В. Усатиков, д-р. физ.-мат. наук, доц.,
проф. кафедры математических и
компьютерных методов КубГУ

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

Н.М. Токарев, препод. кафедры информационных
образовательных технологий КубГУ

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



Рабочая программа дисциплины КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И НАНОСИСТЕМ утверждена на заседании кафедры математического и компьютерного моделирования протокол № 9 « 10 » апреля 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Дроботенко М.И.
фамилия, инициалы



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического и компьютерного моделирования протокол № 9 « 10 » апреля 2018г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Дроботенко М.И.
фамилия, инициалы



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 2 « 17 » апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.
фамилия, инициалы



Рецензенты:

Барсукова В.Ю., канд. физ.-мат. наук, доц., зав. кафедры функционального анализа и алгебры КубГУ

Терещенко И.В., канд. физ.-мат. наук, доц., зав. кафедрой общей математики КубГТУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Подготовить теоретический фундамент и познакомить слушателей с применением ряда формализмов математического аппарата в исследовании наносистем, а также программно-аппаратными средствами. Исследование наносистем объединяет самые на первый взгляд далекие математические дисциплины, выявляя связи между различными математическими дисциплинами и то, как переход с одного математического языка на другой позволяет получать нетривиальные результаты.

1.2 Задачи дисциплины

Дать представление о современном состоянии науки моделирования наноструктур и наносистем. Изложить основные методы и направления исследования, которые разовьют способность к собственной организации научно-исследовательской работы. Развить устойчивый навык решения практически важных задач, основываясь на собственном ведении прикладного аспекта в теоретических основах моделирования наноструктур и наносистем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем» относится к вариативной части цикла дисциплин учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и является основой для решения исследовательских задач. Перечень предшествующих дисциплин, необходимых для изучения данной дисциплины: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальная геометрия, функциональный анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения с частными производными, уравнения математической физики, теория устойчивости.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/профессиональных компетенций (ОК/ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	Готовностью самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных и сетевых ресурсов	Основные тенденции развития современных информационных и сетевых ресурсов	Осуществлять отбор и анализ значимого материала в области наноструктур и наносистем	Методами и технологиями проектирования и создания программных продуктов на основе информационных и сетевых технологиях

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ПК-2	Способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	Основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций	Планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива	Навыками планирования научного исследования, анализа полученных результатов и формулировок и выводов
3.	ПК-6	Способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках	Современное состояние науки в области наноструктур и наносистем	Выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		3			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	24	24			
Занятия лекционного типа	12	12	-	-	-
Лабораторные занятия	12	12	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	-	-	-
Самостоятельная работа, в том числе:					
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	5	5	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	25	25	-	-	-
Реферат	10	10	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	7,8	7,8	-	-	-
Контроль:					

Подготовка к экзамену		-	-	-	-	-
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе контактная работа	24,2	24,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	<i>Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий</i>	24	4		4	16
2.	<i>Методы анализа наноструктур</i>	24	4		4	16
3.	<i>Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем</i>	23,8	4		4	15,8
	Итого по дисциплине:	71,8	12		12	47,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий	История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Междисциплинарность и мультидисциплинарность. Примеры нанообъектов и наносистем, их особенности и технологические приложения. Объекты и методы нанотехнологий. Принципы и перспективы развития нанотехнологий.	Реферативный доклад
2.	Методы анализа наноструктур	Техника и методы сканирующей зондовой микроскопии. Визуализация наноструктур с помощью СЗМ (сканирующей зондовой микроскопии). СЗМ - прибор NanoEducator - научная учебная лаборатория по нанотехнологии для институтов и университетов, разработанная компанией NT-MDT. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Обработка и представление экспериментальных результатов, обработка и количественный анализ СЗМ изображений. Фильтрация изображения, параметры шероховатости изображений до и после фильтрации. Фурье-спектр изображения, величины преобладающих пространственных частот спектра,	Реферативный доклад

		соответствующие этим частотам периоды повторения элементов изображения с интервалами, полученными при измерениях на изображении. Вейвлет-преобразование.	
3.	Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем	Микроскопические и мезоскопические методы моделирования (Монте-Карло и молекулярная динамика, диссипативная динамика частиц, теоретико-полевые методы, методы конечных элементов и перидинамика). Сопряжения различных пространственных и временных масштабов. Молекулярное конструирование. Компьютерная визуализация нанообъектов. Возможности численного эксперимента. Примеры молекулярного моделирования наноструктур, молекулярных переключателей, белков, биомембран, ионных каналов, молекулярных машин. Алгоритм Верлета. Двухчастичные и многочастичные потенциалы взаимодействия. Моделирование нанокластеров инертных газов. Стохастический и нелинейно-динамический анализ пространственно-временных самоорганизованных наноструктур. Реконструкция динамики нелинейно-динамической системы.	Реферативный доклад

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Практические занятия

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий.	Многочастичное уравнение Шрёдингера и его приближенные формы для молекул, твердых тел и наносистем. Принцип Паули. Приближение Хартри и Хартри-Фока. Вариационный метод приближенного решения многоэлектронной задачи.	Расчетно-графическое задание
2.	Микроскопические и мезоскопические методы моделирования.	Методы теории функционала электронной плотности в математическом моделировании.	Расчетно-графическое задание
3.	Компьютерная визуализация нанообъектов. Возможности численного эксперимента.	Современные компьютерные методы решения многоэлектронной проблемы: иерархия и критерии практической применимости. Нанотранзисторы, их	Расчетно-графическое задание

		устройство, принципы работы. Физические модели работы транзисторов. Учет квантовых эффектов при моделировании. Математические модели конкретных типов современных транзисторов: кремний на изоляторе, транзисторы на основе графена.	
--	--	--	--

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Написание реферативного доклада	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.
2	Выполнение проектной работы	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы лекционных занятий, лабораторных занятий, контрольных работ, тестовых заданий, типовых расчетов, докладов, сдача экзамена.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	Лабораторные занятия	Метод проектов. Студенты выбирают проекты, примерные формулировки которых представлены в ФОС пункт 4.	8
<i>Итого:</i>			8

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	<i>Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий</i>	ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Задания компьютерного практикума
2	<i>Методы анализа наноструктур</i>	ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Задания компьютерного практикума
3	<i>Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем</i>	ОПК-3, ПК-2, ПК-6	Задания компьютерного практикума

Для получения зачета по дисциплине или допуска к экзамену необходимо сформировать «Портфель магистранта», который должен содержать результаты всех предусмотренных учебным планом работ.

«Портфель магистранта» представляет собой целевую подборку работ студента на компьютере, раскрывающую его индивидуальные образовательные достижения в учебной дисциплине. Структура портфеля включает следующие учебные материалы:

- результаты выполнения практических работ на компьютере;
- выполненные задания для самостоятельной работы на компьютере;
- выполненными контрольными работами, в том числе работами над ошибками.

Критерии оценки учебного портфолио магистранта:

оценка «зачтено» выставляется за 90–100% наличия необходимых материалов в портфолио;

оценка «не зачтено» выставляется, если материалов в портфолио присутствует менее 90%.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

В ходе текущей аттестации оцениваются промежуточные результаты освоения студентами дисциплины «Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем». Текущий контроль осуществляется с использованием традиционной технологий оценивания качества знаний студентов и включает оценку самостоятельной (внеаудиторной) и аудиторной работы (в том числе рубежный контроль). В качестве оценочных средств используются:

- различные виды устного и письменного контроля (выступление на семинаре, реферат, учебно-методический проект);
- индивидуальные и/или групповые домашние задания, творческие работы, проекты и т.д.;
- отчет по практической работе.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Формой промежуточного контроля является анализ и обсуждение представленных разработок, собеседование и качественная оценка хода выполнения индивидуальных заданий по дисциплине, публичные доклады по выбранным темам.

Перечень вопросов для организации промежуточного контроля:

1. Моделирование строения многоэлектронных атомов.
2. Многочастичное уравнение Шрёдингера и его приближённые формы для молекул и твёрдых тел.
3. Принцип Паули. Приближение Хартри и Хартри-Фока. Вариационный метод при приближённом решении многоэлектронной задачи.
4. Методы теории функционала электронной плотности в математическом моделировании.
5. Современные компьютерные методы решения многоэлектронной проблемы: иерархия и критерии практической применимости.
6. Моделирование физико-химических и оптических свойств нанокластеров с помощью квантово-химического пакета «Gaussian».
7. Метод сильной связи и его применения для расчета электронных свойств графена и нанотрубок.
8. Нанотранзисторы, их устройство, принципы работы. Физические модели работы транзисторов. Учёт квантовых эффектов при моделировании.
9. Математические модели конкретных типов современных транзисторов: кремний на изоляторе, транзисторы на основе графена.
10. Нанотрубки. Структура, свойства и методы получения. Особенности математического моделирования.
11. Обзор кинетических методов Монте-Карло, применяемых для моделирования наносистем.
12. Расчеты из первых принципов. Модели, алгоритмы, проблемы.
13. Обзор методов моделирования взаимодействия частиц с поверхностью.
14. Представление наносистем континуальными и дискретно-элементными моделями. Термодинамическое описание кластера, система уравнений кинетики неравновесной кластеризации, преобразование к уравнению диффузии в пространстве размеров.
15. Математические модели транспортно-диффузионного переноса (в интегральной и дифференциальных формах) в наносистемах, аналитические решения, метод контрольного объема.
16. Описание аномальной диффузии в наносистемах на основе дробно-дифференциального исчисления.
17. Моделирование наносистем методами Монте-Карло. Кинетические методы Монте-Карло.
18. ПО моделирования наносистем: программы расчётов «из первых принципов» (обзор, математические основы и принципы работы, примеры моделирования).

19. ПО моделирования наносистем: программы полуэмпирических методов расчёта (обзор, математические основы и принципы работы, примеры моделирования).
20. ПО моделирования наносистем: программы для моделирования в молекулярной динамике (обзор, математические основы и принципы работы, примеры моделирования).
21. ПО моделирования наносистем: интегрированные пакеты программ (обзор, математические основы и принципы работы, примеры моделирования).
22. ПО моделирования наносистем: Material Studio и пакеты и среды, объединяющие технологии моделирования с трёхмерной визуализацией (обзор, математические основы и принципы работы, примеры моделирования).
23. Визуализация и конструирование наносистем в рамках многомасштабного подхода: «НАНОМОДЕЛЛЕР» <http://sv-journal.com/2010-4/03/index.html>
24. Основные модули, математические основы и принципы работы, примеры моделирования наноструктур и вычисления молекулярных свойств в пакетах моделирования молекулярных систем MOPAC, GAMESS.
25. Основные модули, математические основы и принципы работы, примеры моделирования наноструктур в пакете молекулярного динамического моделирования свойств материалов SageMD2.
26. Основные модули, математические основы и принципы работы, примеры проектирования наноустройств в пакете NanoXplorer иерархического языка nanoML описания наноструктур.
27. Основные модули, математические основы и принципы работы, примеры проектирования и тестирования отдельных узлов наномашин в пакете молекулярного моделирования Chem3D.
28. Обзор современной научной периодики по теме «Диффузионная металлизация из среды легкоплавких растворов в системе «диффундирующий элемент - транспортный расплав - насыщаемая сталь» и наноструктуры в ДМ-покрытиях (тема может быть изменена и согласовывается)», пример (самостоятельно выполненный) хранения аннотаций и части полного текста в локальной базе данных.
29. Обзор современной научной периодики по теме «Современное состояние методов диагностики наномерными датчиками (наносенсоры на квантовых точках и углеродных нанотрубках) при мониторинге качества и безопасности пищевых продуктов (тема может быть изменена и согласовывается)», пример (самостоятельно выполненный) хранения аннотаций и части полного текста в локальной базе данных.
30. Проблема взаимодействия иерархических уровней в нанонауке и пути её решения.
31. Нелинейно-динамический хаос и его применение к моделированию наноструктур и наносистем.
32. Стохастический анализ и его применение к моделированию наноструктур и наносистем.
33. Нейронные сети и их применение к моделированию наноструктур и наносистем.

34. Парадигма диссипативных структур и её применение к моделированию наноструктур и наносистем.

35. Наноструктуры: восстановление аффинных коэффициентов, реконструкция динамики нелинейно-динамической системы и динамических уравнений по экспериментальным данным СЗМ-микроскопии.

36. Наноструктуры: восстановление бифуркационных диаграмм по экспериментальным данным СЗМ-микроскопии.

37. Компьютерный дизайн биомакромолекул. Работа с Интернет-базой данных рентгеноструктурного анализа. Построение пространственных моделей ферментов в программе Molscript. Определение числа и типов элементов вторичной структуры фермента. Анализ упорядоченности молекулы фермента.

38. САПР в микронанoeлектронике. Моделирование квантоворазмерных эффектов в элементах нанoeлектроники в САПР ISE TCAD. Моделирование технологических процессов и конструкции субмикронных полупроводниковых приборов и приборов нанoeлектроники, имитация работы приборов.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических – при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 190 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/D01BA5DD-AA3D-49CF-A067-C6351CB24814.
2. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94129>. — Загл. с экрана.

5.2 Дополнительная литература:

1. Осипов, Ю.В. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Диффузия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Осипов, М.Б. Славин. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2011. — 73 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47465>. — Загл. с экрана.
2. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Старостин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 434 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66203>. — Загл. с экрана.
3. Хартманн У., Очарование нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Хартманн У. ; под ред. Л. Н. Патрикеева ; пер. с нем. Т. Н. Захаровой. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94133>. — Загл. с экрана.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Журнал вычислительной математики и математической физики»
3. Журнал «Вычислительные методы и программирование»
4. Журнал «Фундаментальная и прикладная математика»

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Доступ к базам данных компании EBSCO Publishing, насчитывающим более 7 тыс. названий журналов, более 3,5 тыс. рецензируемых журналов, более 2 тыс. брошюр, 500 книг, 500 журналов и газет на русском языке. <http://search.ebscohost.com/>
3. Базы данных Американского института физики American Institute of Physics (AIP) <http://scitation.aip.org>
4. Электронный доступ к авторефератам <http://vak.ed.gov.ru/search/>
<http://vak.ed.gov.ru/announcements/techn/581/>

5. Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) <http://diss.rsl.ru/>
6. Бесплатная специализированная поисковая система Scirus для поиска научной информации <http://www.scirus.com>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/window>
8. Библиотека электронных учебников <http://www.book-ua.org/>
9. РУБРИКОН – информационно-энциклопедический проект компании «Русс портал» <http://www.rubricon.com/>.
10. <http://nano.msu.ru/education/courses/basics/materials> Материалы лекций «Фундаментальные основы нанотехнологий». Лекция 1, 10.02.2009г., академик РАН, профессор Ю.Д. Третьяков
11. <http://nano.msu.ru/education/courses/basics/materials> Материалы лекций «Фундаментальные основы нанотехнологий». Лекция 6, 10.03.2009г., профессор П.Г. Халатур.
12. <http://nanotech.iu4.bmstu.ru/about/> Портал НОЦ "Наносистемы".
13. http://nanotech.iu4.bmstu.ru/online_lab/ - научная учебная лаборатория NanoEducator по нанотехнологии для институтов и университетов, разработанная компанией NT-MDT.
14. http://nanotech.iu4.bmstu.ru/nano_engineering/literature/bakalavr/ Учебно-методические комплексы по дисциплинам бакалавриата ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАНОСИСТЕМ.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного усвоения теоретического материала, необходимо изучение лекции и рекомендуемой литературы из пункта 5.

Лекционные занятия проводятся по основным разделам дисциплины, описанные в пункте 2.3.1. Они дополняются практическими занятиями, в ходе которых студенты готовят индивидуальные проекты. Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки материалов и литературы для успешного выполнения проекта.

Форма текущего контроля знаний – посещение лекционных занятий, работа студента на практических занятиях, подготовка реферативных докладов. Итоговая форма контроля знаний по дисциплине – зачет.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю). (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий.

- Используются электронные презентации при проведении лекционных и практических занятий
- Проверка домашних заданий и консультирование может осуществляться посредством электронной почты

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

- Microsoft Office

8.3 Перечень информационных справочных систем:

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Рецензия
на рабочую учебную программу дисциплины
«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И НАНОСИ-
СТЕМ»

Направление подготовки (уровень магистратуры) 02.04.01 Математика и ком-
пьютерные науки

*Разработчики: Усатиов С.В., д-р физ.-мат. наук, доц., проф. каф. матема-
тических и компьютерных методов КубГУ;*

*Токарев Н.М., преподаватель каф. информационных образовательных техно-
логий КубГУ.*

Данная рабочая учебная программа предназначена для магистрантов ФГБОУ ВО КубГУ, по профилю подготовки 02.04.01. «Математические методы теории сложных систем». Рабочая учебная программа соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 02.04.01, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации, а также учебному плану направления подготовки и Основной образовательной программе высшего образования (ООП ВО). Она выполнена на достаточно высоком методическом уровне, отвечает потребностям подготовки современных магистров и позволит реализовать формирование соответствующих компетенций, согласно ФГОС и ООП, по данной дисциплине. Содержание данной рабочей учебной программы соответствует поставленным целям, современному уровню и тенденциям развития математического моделирования.

Материал дисциплины построен разработчиком программы как логически целостный курс, с опорой на актуальные области приложений, содержащий в качестве примеров математические методы и модели наноструктур и наносистем. В первую очередь отбирался материал, имеющий фундаментальное значение в избранных областях приложений и являющийся необходимой основой для дальнейшего обучения и подготовки магистерской диссертации. В этом плане оптимально содержание разделов и целесообразно распределение по видам занятий и трудоёмкости в часах.

Замечаний и предложений по улучшению программы нет. Данная рабочая учебная программа может быть использована в учебном процессе для подготовки магистрантов по профилям направления 02.04.01.

Канд. физ.-мат. наук, доц.,
зав. кафедрой общей математики КубГТУ



Рецензия
на рабочую учебную программу дисциплины
«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И НАНОСИ-
СТЕМ»

Направление подготовки (уровень магистратуры) 02.04.01 Математика и ком-
пьютерные науки

*Разработчики: Усатиков С.В., д-р физ.-мат. наук, доц., проф. каф. матема-
тических и компьютерных методов КубГУ;*

*Токарев Н.М., преподаватель каф. информационных образовательных техно-
логий КубГУ.*

Рецензируемая рабочая учебная программа соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 02.04.01 «Математические методы теории сложных систем», ООП ВО и учебному плану направления подготовки. Материал дисциплины построен составителем программы с опорой на исторический анализ и обзор современного состояния методологии математики, математического моделирования и компьютерных наук, с иллюстрацией взаимосвязи с потребностями и техническими возможностями общества, с оптимальным с этой точки зрения содержанием разделов, целесообразным распределением по видам занятий и трудоёмкостью в часах. Разработчиком программы отбирался материал, имеющий фундаментальное значение в избранных областях приложений и являющийся необходимой основой для дальнейшего обучения и подготовки магистерской диссертации.

Содержание данной рабочей учебной программы соответствует поставленным целям, современному уровню и тенденциям развития математики и компьютерных наук, выполнена на достаточно высоком методическом уровне, отвечает потребностям подготовки современных магистров и позволит реализовать формирование соответствующих компетенций, согласно ФГОС и ООП, по данной дисциплине.

Замечаний и предложений по улучшению программы нет. Данная рабочая учебная программа может быть использована в учебном процессе для подготовки магистрантов по профилям направления 02.04.01.

Канд. физ-мат. наук, доц.,
зав. кафедры функционального
анализа и алгебры КубГУ



В. Ю. Барсукова