

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ И
ТЕПЛОФИЗИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 79,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков Ю.А.
	Идентификатор	R23e9797a-VolkovYurA-41f285d8

Ю.А. Волков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г. Макаров

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю. Пузина

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение компьютерных моделей различных систем в микро- и наном мире применительно к энергетике.

Задачи дисциплины

- изучение базовых моделей компьютерного моделирования;
- изучение особенностей компьютерных моделей применительно к нанотехнологиям и наноматериалам;
- освоение основных физических процессов и компьютерных моделей, связанных с переносом заряда и тепла, в кристаллических полупроводниках и диэлектриках.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	ИД-1 _{ОПК-1} Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	знать: - способы построения алгоритмов расчета процессов в ядерной энергетике, теплофизике и нанотехнологиях. уметь: - проводить компьютерное моделирование эффективности типовых нанотехнологических устройств.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	ИД-2 _{ОПК-1} Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики	знать: - типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств. уметь: - подбирать на основе компьютерного моделирования компоненты нанотехнологий.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-1 _{ОПК-2} Применяет математический аппарат для решения теплофизических задач атомной энергетики	знать: - типовые решения наноразмерных систем и устройств на основе компьютерных технологий. уметь: - подбирать на основе компьютерного моделирования компоненты нанотехнологий.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-2 _{ОПК-2} Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	знать: - выбирать модели теплофизического описания процессов в нанотехнологиях. уметь: - применять компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ИД-1 _{ОПК-3} Способен формулировать результаты научных исследований	знать: - набор средств информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации. уметь: - применять средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации.
ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ИД-2 _{ОПК-3} Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской деятельности	знать: - набор компьютерных средств для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли. уметь: - применять компьютерные средства для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Вычислительная физика	18	1	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вычислительная физика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 92-134 [2], 17-41 [3], 36-48	
1.1	Вычислительная физика	18		4	-	4	-	-	-	-	-	10	-		
2	Компьютерное моделирование в физике	18		4	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Компьютерное моделирование в физике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 142-184 [2], 72-101 [3], 8-22
2.1	Компьютерное моделирование в физике	18		4	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Уравнения в частных производных для сплошных сред	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Уравнения в частных производных для сплошных сред" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 142-164 [2], 104-122 [3], 52-74
3.1	Уравнения в частных производных для сплошных сред	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	

4	Математические модели динамики наносистем	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математические модели динамики наносистем"
4.1	Математические модели динамики наносистем	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 36-48
5	Модели кластерных наносистем	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Модели кластерных наносистем"
5.1	Модели кластерных наносистем	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 212-236 [2], 172-191
6	Математическое моделирование переноса массы и заряда	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое моделирование переноса массы и заряда"
6.1	Математическое моделирование переноса массы и заряда	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 244-259 [2], 235-268 [3], 116-161
7	Математическое моделирование переноса импульса и энергии	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое моделирование переноса импульса и энергии"
7.1	Математическое моделирование переноса импульса и энергии	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 192-234 [2], 272-301 [3], 316-362
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	-	-	-	0.3	62	17.7	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32	-	-	-	-	0.3	79.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Вычислительная физика

1.1. Вычислительная физика

Предмет вычислительной физики. Численные методы.. Вычисление определенных интегралов. Решение трансцендентных уравнений.. Задачи линейной алгебры. Численное интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений (схема Эйлера, Рунге-Куты).. Устойчивость численной схемы. Метод Монте-Карло. Клеточные автоматы..

2. Компьютерное моделирование в физике

2.1. Компьютерное моделирование в физике

Численный эксперимент в задачах механики, электричества и статистической физики (задача преследования, движение в центральном поле, негармонические колебания, фазовые портреты, визуализация полей системы электрических зарядов, кинематическая модель газа и др.).

3. Уравнения в частных производных для сплошных сред

3.1. Уравнения в частных производных для сплошных сред

Свойства уравнений математической физики.. Устойчивость разностных схем для уравнений в частных производных.. Уравнение диффузии: явная схема интегрирования первого порядка.. Уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка.. Дисперсия и диффузия на разностной сетке..

4. Математические модели динамики наносистем

4.1. Математические модели динамики наносистем

Методы математического описания динамики взаимодействующих наночастиц.. Квантовомеханические расчеты «из первых принципов».. Полуэмпирические методы. Методы молекулярной динамики.. Реализация методов молекулярной динамики в задачах переноса..

5. Модели кластерных наносистем

5.1. Модели кластерных наносистем

Модели атомной подвижности.. Структурные модели кластера.. Вычисление функций распределения наночастиц в кластерах.. Фрактальные кластеры..

6. Математическое моделирование переноса массы и заряда

6.1. Математическое моделирование переноса массы и заряда

Модель переноса зарядов в материалах. Модель транспорта электронов.. Модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках.. Модели диффузии..

7. Математическое моделирование переноса импульса и энергии

7.1. Математическое моделирование переноса импульса и энергии

Кинетическое уравнение Больцмана для носителей. Приближение времени релаксации.. Простейшие решения - статическая проводимость электронно-дырочной плазмы и ее теплопроводность.. Численные методы решения уравнения переноса.. Метод частиц в

ячейке. Приближение непрерывного торможения.. Метод Монте-Карло для решения уравнения переноса..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет полиномов;
2. Расчет интегралов;
3. Расчет гармонических колебаний;
4. Расчет негармонических колебаний;
5. Расчет методом конечных разностей;
6. Расчет методом конечных элементов;
7. Квантовомеханический расчет;
8. Квантовомеханический расчет «из первых принципов»;
9. Расчет полупроводников;
10. Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках.;
11. Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда;
12. Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вычислительная физика"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компьютерное моделирование в физике"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Уравнения в частных производных для сплошных сред"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математические модели динамики наносистем"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Модели кластерных наносистем"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическое моделирование переноса массы и заряда"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическое моделирование переноса импульса и энергии"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
способы построения алгоритмов расчета процессов в ядерной энергетике, теплофизике и нанотехнологиях	ИД-1ОПК-1	+	+							Решение задач/Расчет полиномов, Расчет интегралов
типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств	ИД-2ОПК-1	+	+							Решение задач/Расчет полиномов, Расчет интегралов
типовые решения наноразмерных систем и устройств на основе компьютерных технологий	ИД-1ОПК-2		+	+						Решение задач/Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний
выбирать модели теплофизического описания процессов в нанотехнологиях	ИД-2ОПК-2		+	+						Решение задач/Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний
набор средств информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации	ИД-1ОПК-3			+	+					Решение задач/Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний
набор компьютерных средств для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли	ИД-2ОПК-3			+	+					Решение задач/Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний
Уметь:										
проводить компьютерное моделирование эффективности типовых нанотехнологических устройств	ИД-1ОПК-1				+	+				Решение задач/Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках
подбирать на основе компьютерного	ИД-2ОПК-1				+	+				Решение задач/Квантовомеханический расчет,

моделирования компоненты нанотехнологий								Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках
подбирать на основе компьютерного моделирования компоненты нанотехнологий	ИД-1 _{ОПК-2}					+	+	Решение задач/Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках
применять компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	ИД-2 _{ОПК-2}					+	+	Решение задач/Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках
применять средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и информации	ИД-1 _{ОПК-3}						+	Решение задач/Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса
применять компьютерные средства для представления результатов научно-исследовательской деятельности в отрасли	ИД-2 _{ОПК-3}						+	Решение задач/Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
2. Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач)
3. Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса (Решение задач)
4. Расчет полиномов, Расчет интегралов (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Федоренко, Р. П. Введение в вычислительную физику : Учебное пособие для вузов по направлениям "Математика", "Физика", специальностям "Математика", "Прикладная математика", "Физика" / Р. П. Федоренко. – М. : Изд-во МФТИ, 1994. – 528 с. – Кх-7, од-1, чзп-1, чз-1. – ISBN 5-7417-0002-0 : 9100.00.;
2. Деревич И. В. - "Практикум по уравнениям математической физики", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (428 с.)
<https://e.lanbook.com/book/104942>;
3. Поттер, Д. Вычислительные методы в физике : пер. с англ. / Д. Поттер. – М. : Мир, 1975. – 392 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный

	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-423/1, Аудитория каф. "НТ"	стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Компьютерные технологии в ядерной энергетике и теплофизике**

(название дисциплины)

1 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Расчет полиномов, Расчет интегралов (Решение задач)
 КМ-2 Расчет гармонических колебаний, Расчет негармонических колебаний (Решение задач)
 КМ-3 Квантовомеханический расчет, Квантовомеханический расчет "из первых принципов", Расчет полупроводников, Расчет по модели переноса электронно-дырочных пар в полупроводниках (Решение задач)
 КМ-4 Расчет по методу Монте-Карло переноса заряда, Решение по методу Монте-Карло уравнений переноса (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	11	15
1	Вычислительная физика					
1.1	Вычислительная физика		+			
2	Компьютерное моделирование в физике					
2.1	Компьютерное моделирование в физике		+	+		
3	Уравнения в частных производных для сплошных сред					
3.1	Уравнения в частных производных для сплошных сред			+		
4	Математические модели динамики наносистем					
4.1	Математические модели динамики наносистем			+	+	
5	Модели кластерных наносистем					
5.1	Модели кластерных наносистем				+	
6	Математическое моделирование переноса массы и заряда					
6.1	Математическое моделирование переноса массы и заряда				+	+
7	Математическое моделирование переноса импульса и энергии					

7.1	Математическое моделирование переноса импульса и энергии				+
Вес КМ, %:		15	30	30	25