

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Методы моделирования корпускулярных систем**


Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность подготовки «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

**Кострома**

Рабочая программа дисциплины «Методы моделирования корпускулярных систем» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки бакалавриат), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015 года № 228 (рег. 14 апреля 2015 г., № 36844). Год начала подготовки 2017, 2018.

Разработал:  Благовещенский Владимир Валерьевич, д.ф.-м.н., профессор  
подпись


Рецензент:  Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н., к.ф.-м.н., профессор  
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 10 от 03.06.2017 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий


 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 9 от 22.05.2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** Целью данного курса является формирование у студента парадигмы компьютерного моделирования, способности построения математических моделей, знакомства с методами исследования моделей.

**Задачи дисциплины:**

- дать основы методов построения компьютерных моделей;
- научить решать некоторые задачи физики твердого тела методами компьютерного моделирования;
- познакомить с некоторыми методами проверки достоверности моделей.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные идеи компьютерного моделирования;
- основные средства математического пакета Mathcad;
- основные средства языка Visual Basic;
- некоторые задачи основных естественных наук и методы их решения в пакете Mathcad и в Visual Basic;
- понятие достоверности результатов модели, подходы к ее проверке.

**уметь:**

- строить модели различных корпускулярных систем, в том числе в физике твердого тела.
- проверить достоверность модели;

**владеть:**

- методом описания явлений природы математическими средствами.

**освоить компетенции:**

- ПК-3 (способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности);

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Методы моделирования корпускулярных систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. Изучается в 7 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах «Основы информатики», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Физика».

#### **4. Объем дисциплины «Методы моделирования корпускулярных систем»**

##### **4.1. Объем дисциплины в зачётных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы**

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	3
Общая трудоемкость в часах	108
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	36
Лекции	18
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	18
Самостоятельная работа в часах	72
Форма промежуточной аттестации	Зачёт

##### **4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося**

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	18
Практические занятия	-
Лабораторные занятий	18
Консультации	0,9
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	37,15

**5. Содержание дисциплины «Методы моделирования корпускулярных систем», структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий**

**5.1 Тематический план учебной дисциплины**

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Возможности математических пакетов и Visual Basic для построения компьютерных моделей.	0,56/20	2	–	2	8
2	Объект моделирования. Законы взаимодействия и движения корпускулярных систем.	0,67/24	4	–	4	12
3	Построение модели дислокационного источника Франка-Рида.	0,44/16	4	–	4	16
4	Построение модели движения дислокаций в кристалле.	0,5/18	4	–	4	18
5	Построение модели пластической деформации материалов.	0,56/20	4	–	4	18
<b>Итого:</b>		<b>3/108</b>	<b>18</b>	<b>–</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

**5.2. Содержание.**

**ТЕМА 1. Возможности математических пакетов и Visual Basic для построения компьютерных моделей.** Способы задания систем дифференциальных уравнений в пакетах. Вычислительные процедуры для решения систем. Графические возможности пакетов.

**ТЕМА 2. Объект моделирования. Законы взаимодействия и движения корпускулярных систем.** Корпускулярная теория дислокаций. Силы взаимодействия между дислокациями. Уравнение движения прямолинейных бесконечных дислокаций. Дислокационный диполь. Образование дислокационных скоплений. Исследование результатов работы моделей. Проверка модели на достоверность.

**ТЕМА 3. Построение модели дислокационного источника Франка-Рида.** Уравнение движения криволинейных дислокаций. Модель дислокационного источника. Приближение постоянного линейного натяжения. Учет различных внешних воздействий. Исследование результатов работы модели источника Франка-Рида. Проверка модели на достоверность.

**ТЕМА 4. Построение модели движения дислокаций в кристалле.** Площадка моделирования. Модель движения системы дислокаций по площадке моделирования. Условия преодоления дефектов. Граничные условия. Накопление информации о движении в Excel. Исследование

результатов работы модели. Способы проверки достоверности модели.

**ТЕМА 5. Построение модели пластической деформации материалов.**  
Объединенная модель движения и размножения дислокаций. Варианты модели с постоянным усилием нагружения и с постоянной скоростью деформации. Снятие кривой пластической деформации при различных режимах нагружения образцов.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Методы моделирования корпускулярных систем»

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Возможности математических пакетов и Visual Basic для построения компьютерных моделей.	Изучение теоретического материала	8	Используйте литературу [1], [2], [3]	Устный опрос
2	Объект моделирования. Законы взаимодействия и движения корпускулярных систем	Изучение литературы, составление компьютерных программ	12	Используйте литературу [1], [2], [5]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
3	Построение модели дислокационного источника Франка-Рида.	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач	16	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий, контрольная работа
4	Построение модели движения дислокаций в кристалле.	Изучение литературы, составление компьютерных программ	18	Используйте литературу [1], [3], [4]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий

5	Построение модели пластической деформации материалов.	Изучение литературы, разработка индивидуального проекта.	18	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование,
---	---	--	----	--------------------------------------	-------------------------------

## 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

### **Лабораторное занятие 1. Построение модели движения прямолинейных краевых дислокаций в Mathcad.**

Отладка и исследование модели. Поиск структур полигонизации. Нахождение неустойчивых положений равновесия. Дислокационные диполи, триполи, квадруполь. Стабилизация колебаний в неустойчивых положениях равновесия под действием ультразвука.

### **Лабораторные занятия 2-3. Построение моделей образования и срыва дислокационных скоплений их исследование.**

Последовательность действий, необходимых для построения модели. Отладка модели. Исследование результатов работы модели. Исследование акустической эмиссии сопровождающей эти процессы.

### **Лабораторные занятия 4-5. Построение модели дислокационного источника Франка-Рида.**

Уравнение движения дислокационного сегмента в вязкой среде. Его решение методом сеток. Отладка модели. Интерфейс. Исследование модели на достоверность. Исследование конфигураций источника от величины внешнего напряжения. Снятие зависимостей динамического предела текучести от частоты ультразвука. Гистерезис внутреннего трения.

### **Лабораторные занятия 6-7. Построение модели движения криволинейных дислокаций на площадке моделирования.**

Задание дефектов в плоскости скольжения дислокаций. Задание мощности дефектов. Граничные условия. Исследование модели на достоверность. Снятие зависимости статического предела текучести от концентрации дефектов. Снятие зависимости динамического предела текучести от мощности дефектов. Измерение внутреннего трения.

### **Лабораторные занятия 8-9. Создание объединенной модели движения и размножения дислокаций в кристалле.**

Размещение дислокационных источников и площадки моделирования в кристалле. Создание различных режимов нагружения образцов: с постоянным усилием и с постоянной скоростью деформации. Снятие кривой пластической деформации. Снятие зависимости предела текучести от частоты ультразвука. Установление параметров, влияющих на образование зуба текучести на кривой пластической деформации.

**7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Методы моделирования корпускулярных систем»**

*а) основная:*

1. *Благовещенский В.В.* Компьютерные лабораторные работы по физике, химии, биологии: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017.
2. *Гулд Х., Тобочник Я.* Компьютерное моделирование в физике: Пер с англ. Т. 1,2. ¾ М.: Мир, 1990.
3. *Хирт, Лоте.* Теория дислокаций. - М.: Атомиздат. 1972 г. 599с.

*б) дополнительная:*

4. *Кириянов Д.В.* Mathcad 14. Санкт-Петербург: Изд-во ВХВ Петербург 2007.
5. *Поршнев С.В.* Компьютерное физических процессов в пакете MATLAB. –Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2011.

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

1. Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>
2. Национальный открытый университет ИНТУИТ ([www.intuit.ru](http://www.intuit.ru))

Электронные библиотечные системы:

3. ЭБС «Лань»
4. ЭБС «Университетская библиотека online»
5. ЭБС «Znanium»

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения занятий по дисциплине необходим компьютерный класс. Необходимое программное обеспечение:

- среда программирования MathCad,
- офисный пакет.