

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор института нано-, био-,  
информационных, когнитивных  
и социогуманитарных наук и  
технологий**

**Т.Е. Григорьев**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>по дисциплине:</b>      | Применение программных комплексов к решению задач  |
| <b>по направлению:</b>     | Прикладные математика и физика   |
| <b>профиль подготовки:</b> | Термоядерная энергетика и плазменные технологии<br>Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В.<br>Курчатова<br>Кафедра математики и математических методов физики |
| <b>курс:</b>               | 2  |
| <b>квалификация:</b>       | бакалавр   |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 45 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

С.А. Сергеев, канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель

Д.С. Миненков, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании Кафедры математики и математических методов физики 29.03.2024

## Аннотация

Целью данной дисциплины является ознакомление студентов с методами вычислительной математики, которые применяются при решении различных разделов математической физики и физики.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- научить студентов анализировать входные данные, полученные из наблюдений и исследовать полученное численное решение на компьютере на предмет адекватности реальным наблюдениям и совпадения с экспериментами.

#### Задачи дисциплины

- научить студентов, исходя из знаний о физической постановке задачи, пользуясь численными методами, методами математического анализа и линейной алгебры;
- научить обосновывать адекватность модели физического процесса и на основе моделирования строить выводы об этом физическом процессе.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности                     |
|   | ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области |
|   | ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности   |

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы интерполяции функций, заданных на сетке;
- методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений;
- методы приближенного вычисления интегралов;
- методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
- методы численного решения уравнений математической физики первого порядка;
- методы численного решения уравнений математической физики второго порядка.

уметь:

- оценивать входные параметры задачи;
- выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи;
- приближенно оценивать спектр матрицы линейных алгебраических уравнений;
- анализировать устойчивость полученного вычислительного метода;
- оценивать порядок аппроксимации полученной численной схемы.

владеть:

- прямыми методами решения систем линейных уравнений;
- методами нахождения приближения к спектрам матрицы и ее собственным векторам;
- методами интерполяции сеточной функции различного порядка гладкости;
- методами разностной аппроксимации обыкновенных дифференциальных уравнений;
- методами разностной аппроксимации уравнений математической физики.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| №                     | Тема (раздел) дисциплины      | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. |          |                 |                |
|-----------------------|-------------------------------|---|----------|-----------------|----------------|
|                       |                               | Лекции  | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1                     | Анализ алгоритма хэширования. |   |          | 15              | 30             |
| 2                     | Анализ числа деревьев.        |   |          | 15              | 30             |
| 3                     | Задачи дискретной математики. |   |          | 15              | 30             |
| Итого часов           |                               |   |          | 45              | 90             |
| Подготовка к экзамену |                               | 0 час.  |          |                 |                |
| Общая трудоёмкость    |                               | 135 час., 3 зач.ед.   |          |                 |                |

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

##### 1. Анализ алгоритма хэширования.

Приводится конкретный алгоритм хэширования и проводится его математический анализ для вычисления необходимого числа операций с помощью производящих функций.

##### 2. Анализ числа деревьев.

На ряде примеров демонстрируется способ подсчета числа деревьев, подчиненных различным условиям. Демонстрируется метод анализа числа деревьев с помощью производящих функций.

##### 3. Задачи дискретной математики.

Исследуются задачи о разрешении рекуррентных формул. Асимптотическое поведение таких решений. Рассматриваются задача о Ханойской башне, задача Овидия Флавия, задача о пределе чисел Фибоначчи.

#### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

#### 6.Перечень рекомендуемой литературы

##### Основная литература

1. Численные методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков .— 2-е изд. — М. ; СПб. : Физматлит, 2001, 2002 .— 632 с.
2. Численные методы [Текст] : в 2 кн. : учебник для вузов / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина .— М. : Академия, 2013 .— (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика) .— Кн. 1 : Численный анализ. - 2013. - 304 с.

Фонд литературы кафедры

3. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения. Перевод Икрамов Х. Д. М.: «МИР», 2001, 435 с.

1. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов. Под редакцией Марчука Г.И., М.: «МИР», 1977, 350 с.
2. Strang G. Computational Science and Engineering, Wellesley-Cambridge Press, 2007.
3. D.S. Watkins. Fundamentals of Matrix Computations. John Wiley and Sons Inc., 2002

**7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://lib.mipt.ru>– электронная библиотека Физтеха.
2. <http://www.Sci-lib.com> – Большая научная библиотека.
3. [ocw.mit.edu](http://ocw.mit.edu) – Собрание он-лайн курсов по различным дисциплинам, читаемых в MIT.
4. <http://arXiv.org>– CornellUniversityLibrary – Библиотека Корнельского Университета, электронный ресурс arXiv.

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе обсуждения лабораторных заданий демонстрируются мультимедийные слайды.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся могут использовать программные средства MATLAB, Mathcad, Wolfram Mathematica, а также прочие языки программирования.

Microsoft Office, Adobe Rider,

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Для успешного освоения курса от студентов требуется сдать две лабораторные работы. Самостоятельная работа в объеме не менее чем те часы, которые указаны для каждого раздела программы, отводится для самостоятельной работы и решения поставленных в лабораторном практикуме задач и для изучения необходимой литературы. Сдача заданий требует от студента знания основных моментов поставленной задачи и защиты решения перед преподавателем. Студенты, успешно сдавшие все задания, из списка, получают зачет по дисциплине.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>по направлению:</b>     | Прикладные математика и физика  |
| <b>профиль подготовки:</b> | Термоядерная энергетика и плазменные технологии<br>Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова<br>кафедра математики и математических методов физики |
| <b>курс:</b>               | 2   |
| <b>квалификация:</b>       | бакалавр  |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Зачет

#### Разработчики:

С.А. Сергеев, канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель  
Д.С. Миненков, канд. физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности                     |
|   | ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области |
|   | ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности   |

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Применение программных комплексов к решению задач» обучающийся должен:

### знать:

- методы интерполяции функций, заданных на сетке;
- методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений;
- методы приближенного вычисления интегралов;
- методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
- методы численного решения уравнений математической физики первого порядка;
- методы численного решения уравнений математической физики второго порядка.

### уметь:

- оценивать входные параметры задачи;
- выбирать оптимальный численный метод для решения поставленной задачи;
- приближенно оценивать спектр матрицы линейных алгебраических уравнений;
- анализировать устойчивость полученного вычислительного метода;
- оценивать порядок аппроксимации полученной численной схемы.

### владеть:

- прямыми методами решения систем линейных уравнений;
- методами нахождения приближения к спектрам матрицы и ее собственным векторам;
- методами интерполяции сеточной функции различного порядка гладкости;
- методами разностной аппроксимации обыкновенных дифференциальных уравнений;
- методами разностной аппроксимации уравнений математической физики.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В целях текущего контроля успеваемости предусмотрен краткий опрос по темам предыдущих занятий по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

### 3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Применение программных комплексов к решению задач» осуществляется в форме зачета. Зачет проводится в устной форме путем опроса, оценка включает в себя кроме результатов опроса, текущую успеваемость.

#### Перечень контрольных вопросов:

1. Дана числовая последовательность. Написать программу для вычисления ее предела.
2. Дана числовая рекуррентная зависимость. Написать программу для вычисления ее предела.
3. Дана числовая последовательность. Построить первые приближения ее производящей функции.
4. Написать программы по реализации алгоритма хэширования. Провести численные эксперименты для этого алгоритма. Для каждого эксперимента вычислить точное число операций и сравнить с теоретическим результатом.
5. Построить алгоритм LU-разложения для заданной матрицы.
6. Дана непрерывная задача Штурма-Лиувилля. Построить ее разностный аналог, найти для полученной матрицы собственные значения и вектора.
7. Построить численную схему для решения системы Гамильтона.

#### Примерный перечень задач в лабораторных заданиях.

##### Задание № 1.

1. Дана числовая последовательность. Написать программу для вычисления ее предела.
2. Дана числовая рекуррентная зависимость. Написать программу для вычисления ее предела.
3. Дана числовая последовательность. Построить первые приближения ее производящей функции.

##### Задание № 2

1. Написать программы по реализации алгоритма хэширования. Провести численные эксперименты для этого алгоритма. Для каждого эксперимента вычислить точное число операций и сравнить с теоретическим результатом.
2. Построить алгоритм LU-разложения для заданной матрицы.

##### Задание № 3

1. Дана непрерывная задача Штурма-Лиувилля. Построить ее разностный аналог, найти для полученной матрицы собственные значения и вектора.
2. Построить численную схему для решения системы Гамильтона.

### 4. Критерии оценивания

| Оценка     | Критерий  |
|------------|---|
| Зачтено    | Сданы все программы, продемонстрирован требуемый уровень владения материалом, который использовался при сдаче лабораторных работ. |
| Не зачтено | Неумение объяснить базовых вещей, которые необходимо использовать при написании программ. Не выполнены требования по сдаче        |

|  |           |
|--|-----------|
|  | программ. |
|--|-----------|

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении зачета обучающемуся предоставляется не менее 40 минут на подготовку. Опрос и ответы на дополнительные вопросы не должны превышать 0,5 астрономических часа. По завершении отведенного на опрос времени, экзаменатор должен выставить обучающемуся оценку. Оценка включает в себя кроме результатов опроса, текущую успеваемость. Зачет выставляется по результатам лабораторного практикума, при условии, что студент сдал все требуемые программы.