

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/ В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 6       | 3                      | 108                        | 30           | 30                        | 0                        |                                          | 12        | 0         | Э                                        |
| Итого   | 3                      | 108                        | 30           | 30                        | 0                        | 0                                        | 12        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

В курсе излагаются основные сведения о классических и современных численных методах решения различных прикладных задач с использованием языка программирования Python. В курсе затрагиваются такие темы как: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений; интерполирование, дифференцирование и интегрирование, решение краевых задач и задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, а также методы решения смешанных краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных. Каждая тема иллюстрируется с использованием интерактивных средств языка программирования Python и средств Jupiter notebook. В процессе обучения, студенты учатся реализовывать различные численные алгоритмы в виде программных комплексов и библиотек с использованием Python, что позволяет, в первую очередь, освоить данные алгоритмы, а во вторую, улучшить навыки программирования.

В процессе освоения дисциплины, студенты изучают следующий технологический стек: Jupiter notebook, Anaconda, LaTeX, Python и его библиотеки, Miro, Wolfram|Alpha.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является

- ознакомление студентов с основами численных методов и формирование у них умений и навыков решения практических задач;
- формирование навыков анализа и обработки полученных при выполнении лабораторных работ результатов, а также их систематизация в форме научного отчета;
- развитие навыков программирования и разработки законченных программ с использованием языка программирования Python.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания следующих дисциплин математического цикла:

- ☐ линейная алгебра;
- ☐ обыкновенные дифференциальные уравнения;
- ☐ математический анализ;
- ☐ интегральные уравнения;

а также дисциплин из цикла компьютерных наук:

- о Информатика;
- о Программирование на любом языке C/C++/Basic/Python/Matlabи др.

Материал курса может быть использован в первую очередь при подготовке выпускных квалификационных работ, для решения задач с использованием методов вычислительной математики. Также материал данного курса может быть использован как основа, для более углубленного изучения вычислительной математики (в частности, при решении задач, связанных с уравнениями в частных производных, методами оптимизации и т.п.). Некоторые темы курса, могут быть полезным тем, кто изучает прикладные методы анализ данных.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

|                                |                                                      |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)                                                                    | Объект или область знания                                                                                                                                                                                                                                                                               | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>научно-исследовательский</b>                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей | Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса | ПК-3 [1] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 06.001 | З-ПК-3[1] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ;<br>У-ПК-3[1] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.;<br>В-ПК-3[1] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач. |

### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)                                                                                                                        | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                         |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие |

|                             |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | (B18)                                                                                                                                                                                                               | <p>посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Профессиональное воспитание | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul> |

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины     | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|       | <i>6 Семестр</i>                            |        |                                                       |                                           |                               |                                     |                                 |
| 1     | Раздел 1                                    | 1-8    | 8/8/0                                                 |                                           | 25                            | КИ-8                                | З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3          |
| 2     | Раздел 2                                    | 9-15   | 7/7/0                                                 |                                           | 25                            | КИ-15                               | З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3          |
|       | <i>Итого за 6 Семестр</i>                   |        | 30/30/0                                               |                                           | 50                            |                                     |                                 |
|       | <b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b> |        |                                                       |                                           | 50                            | Э                                   | З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3          |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| Э           | Экзамен             |

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|            | <i>6 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 30                     | 30             | 0          |
| <b>1-8</b> | <b>Раздел 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8                      | 8              | 0          |
| 1 - 6      | <b>Тема 1. Введение. Интерполирование, дифференцирование и интегрирование при помощи Python.</b><br>Дается краткая характеристика предмета.<br>Рассматриваются исторические предпосылки к развитию методов вычислительной математики как самостоятельного раздела науки. Описываются и иллюстрируются примерами отличия вычислительной математики от других дисциплин математического цикла.<br><br>Обсуждаются методы интерполяции функций, т.е. методы позволяющие по конечному набору значений функции в некоторых точках приближенно восстановить ее вид.<br>Приводятся простейшие примеры полиномиальной интерполяции. Рассматриваются интерполяционные | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6                      | 6              | 0          |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0              | 0          |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |   |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
|        | <p>полиномы Лагранжа и Ньютона. Точность интерполяции по Лагранжу. Минимизации ошибки интерполяции по Лагранжу с применением нулей полиномов Чебышева. Обсуждается обусловленность задачи полиномиальной интерполяции. С использованием языка Python иллюстрируются особенности полиномиальной интерполяции. Даются соответствующие примеры. Рассматриваются методы интерполяции при помощи сплайнов. Основное внимание уделяется кусочно-линейной интерполяции и интерполяции при помощи кубических полиномов. С использованием языка Python иллюстрируются особенности сплайновой интерполяции. Обсуждаются методы интерполяции для случая кратных узлов интерполяции (полином Эрмита).</p> <p>Также иллюстрируются базовые функции и библиотеки языка Python, созданные для решения задачи численного интерполирования.</p> <p>Понятие пространственной сетки. Численное дифференцирование функций. Левый, правые и центральные разности. Метод неопределенных коэффициентов, метод рядов Тейлора и метод дифференцирования интерполяционных полиномов. Порядка аппроксимации и его оценка для различных формул численного дифференцирования. Примеры вычисления типовых конечных разностей на языке Python.</p> <p>Методы численного интегрирования. Формулы Ньютона-Котекса. Вывод методов прямоугольника, трапеций и Симпсона с использованием интерполяционного полинома Лагранжа. Численное интегрирование методом Гаусса. Нули полинома Лагранжа. Интегрирование быстроосциллирующих функций. Оценка погрешностей данных методов.</p> |                        |   |   |
| 7 - 8  | <p><b>Тема 2. Итерационные методы решения трансцендентных уравнений.</b></p> <p>Трансцендентные уравнения. Методы отделения корней. Графический метод и метод деления отрезка пополам. Итерационные методы поиска корней трансцендентных уравнений. Метод дихотомии (бисекции) и его модификации. Серия методов простых итераций: метод релаксации, метод Ньютона (касательных), метод хорд. Границы применимости методов простых итераций. Сжимающие отображения и неподвижная точка. Графический смысл методов простых итераций. Понятие скорости сходимости итерационных методов. Методы простых итераций в случае кратных корней трансцендентных уравнений. Демонстрация примеров решения типовых задач на языке Python.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Всего аудиторных часов |   |   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                      | 2 | 0 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 0 |
| 9-15   | <b>Раздел 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7                      | 7 | 0 |
| 9 - 10 | <b>Тема 3. Задача Коши для обыкновенных</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |   |   |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |   |   |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
|         | <b>дифференциальных уравнений.</b><br>Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) $n$ -ого порядка. Нормальная система ОДУ. Сведение задачи Коши для ОДУ $n$ -ого порядка к нормальной системе дифференциальных уравнений первого порядка.<br>Жесткие и нежесткие задачи. Явные и неявные методы решения задачи Коши. Методы решения задачи Коши для ОДУ первого порядка. Метод Эйлера, метод предиктор-корректор. Однослойные методы. Иерархия методов Рунге-Кутта. Вывод методов Рунге-Кутта. Таблицы Батчера. Многослойные методы. Иерархия методов Адамса. Графический смысл методов. Априорные и апостериорные оценки точности метода. Поправка Рунге. Демонстрация примеров решения типовых задач на языке Python. | 2                      | 2 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0 | 0 |
| 11 - 12 | <b>Тема 4. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений и методы решения СЛАУ с использованием Python.</b><br>Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Аппроксимация производных конечными разностями. Координатная сетка. Понятие невязки. Использование невязки для оценки порядка аппроксимации производных конечными разностями. Замена дифференциального уравнения системой алгебраических уравнений. Метод фиктивных точек для аппроксимации краевых условий с повышенной точностью. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки. Необходимое условие для устойчивости метода прогонки. Демонстрация примеров решения типовых задач на языке Python.    | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                      | 2 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |   |   |
| 13 - 14 | <b>Тема 5. Смешанная краевая задача для волнового уравнения.</b><br>Основные понятия конечно-разностных методов. Пространственно-временная сетка. Шаблон разностной схемы. Явные и неявные разностные схемы. Понятие невязки, порядка аппроксимации и устойчивости разностных схем. Шаблон типа “крест” для одномерного волнового уравнения. Порядок аппроксимации и устойчивость разностной задачи на шаблоне типа “крест”. Использование метода фиктивных точек для получения аппроксимации начальных и граничных условий. Исследование устойчивости схемы “крест”. Условие Куранта. Демонстрация примеров решения типовых задач на языке Python.                                                                                          | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                      | 2 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |   |   |
| 15 - 16 | <b>Тема 6. Смешанная краевая задача для уравнения теплопроводности.</b><br>Шеститочечный шаблон и семейство разностных схем для одномерного уравнения теплопроводности. Оценка порядка аппроксимации для схем на основе шеститочечного шаблона. Обоснование преимуществ симметричной схемы и схемы повышенной точности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1                      | 1 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |   |   |

|  |                                                                                                                         |  |  |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | Анализ устойчивости схем на основе шеститочечного шаблона. Демонстрация примеров решения типовых задач на языке Python. |  |  |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные и практические занятия сопровождаются различными демонстрационными материалами, реализованными в Jupiter notebook на языке Python. Данные материалы, позволяют «на лету» демонстрировать особенности рассматриваемых тем, вводя в курс элемент интерактивности.

Основной акцент в курсе делается на решении практических задач, в том числе на применимости рассматриваемых подходов в прикладных исследованиях. При обсуждении тем лекционных занятий используются интерактивные формы обучения, в частности используются презентации, обсуждаются последние научные работы, новые численные методы и схемы, рассказывается о работе с научной литературой. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой. Помимо этого, студенты получают опыт самостоятельной подготовки законченных программ, улучшают навыки программирования на языке Python, учатся систематизировать и представлять результаты исследований в виде отчетов.

При освоении материала курса, студенты осваивают следующий технологический стек:

- o Python;
- o Jupiter notebook;
- o Latex;
- o Wolfram|Alpha

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие |
|-------------|---------------------|----------------------------|
|-------------|---------------------|----------------------------|

|      |        |                |
|------|--------|----------------|
|      |        | <b>(КП 1)</b>  |
| ПК-3 | З-ПК-3 | Э, КИ-8, КИ-15 |
|      | У-ПК-3 | Э, КИ-8, КИ-15 |
|      | В-ПК-3 | Э, КИ-8, КИ-15 |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.                                     |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                                                         |
| 75-84        |                               | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 70-74        |                               | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 65-69        | 3 – «удовлетворительно»       | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                        |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Ниже 60      | 2 – «неудовлетворительно»     | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. П 30 Лекции по вычислительной математике : Учебное пособие, Петров И.Б., Москва: Интернет - Университет информационных технологий, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017
2. ЭИ К 90 Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений : учебное пособие, Семёнов А. Ю., Погорелов Н. В., Куликовский А. Г. , Москва: Физматлит, 2012
3. 519 Б30 Численные методы : учеб. пособие для вузов, Жидков Н.П., Кобельков Г.М., Бахвалов Н.С., М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Ч-67 Численные методы Кн.1 Численный анализ, , Москва: Академия, 2013
2. 519 Ч-67 Численные методы Кн.2 Методы математической физики, , Москва: Академия, 2013

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

#### **1. Проведение лекционных и практических занятий**

Курс включает в себя лекционные и практические занятия. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, имеющем все необходимое оборудование и установленное программное обеспечение. В ходе занятий в компьютерном классе при выполнении практических работ происходит последовательное освоение лекционного материала, развитие практических навыков использования современной вычислительной техники для решения задач.

В начале каждого практического занятия студенты получают индивидуальное задание по ранее прослушанному на лекции материалу. Данное задание должно быть сделано в течении практического занятия. В случае, если студент не успевает выполнить задание, допускается подготовка программ студентами дома, однако в данном случае следует уделять особое внимание проверке понимания студентами выполненной работы. Сдача задания делится на два этапа. На первом этапе студент обязан показать корректно работающую программу, ответить на все вопросы по коду программы и самостоятельно внести соответствующие правки в

программный код по желанию преподавателя. Если студент свободно ориентируется в программе, то следующим этапом сдачи работы является прием теоретического материала по данной теме. На данном этапе преподаватель задает студенту ряд теоретических вопросов, на которые студент обязан ответить для успешной сдачи задания. Если студент не отвечает на теоретические вопросы сдача задания не засчитывается.

Весь необходимый для успешной сдачи всех заданий теоретический материал излагается на лекционных занятиях, посещение которых является обязательным. Практика показала, что в случае пропуска хотя бы одного лекционного занятия, сдача задания по соответствующей теме существенно осложняется.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов. При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

## **2. Организация контроля успеваемости студентов**

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится дважды: в середине и в конце семестра. Промежуточный контроль выставляется на основе зачета.

Для допуска к зачету необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

# **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

## **1. Проведение лекционных и практических занятий**

Курс включает в себя лекционные и практические занятия. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, имеющем все необходимое оборудование и установленное программное обеспечение. В ходе занятий в компьютерном классе при выполнении практических работ происходит последовательное освоение лекционного материала, развитие практических навыков использования современной вычислительной техники для решения задач.

В начале каждого практического занятия студенты получают индивидуальное задание по ранее прослушанному на лекции материалу. Данное задание должно быть сделано в течение практического занятия. В случае, если студент не успевает выполнить задание, допускается подготовка программ студентами дома, однако в данном случае следует уделять особое внимание проверке понимания студентами выполненной работы. Сдача задания делится на два этапа. На первом этапе студент обязан показать корректно работающую программу, ответить на все вопросы по коду программы и самостоятельно внести соответствующие правки в программный код по желанию преподавателя. Если студент свободно ориентируется в программе, то следующим этапом сдачи работы является прием теоретического материала по данной теме. На данном этапе преподаватель задает студенту ряд теоретических вопросов, на

которые студент обязан ответить для успешной сдачи задания. Если студент не отвечает на теоретические вопросы сдача задания не засчитывается.

На лекционных занятиях сначала излагается теоретический материал, затем рассматриваются примеры в зависимости от темы. Практика показала, что следует использовать различные приемы вовлечения студентов в творческий процесс освоения учебного материала: опрос студентов по содержанию прочитанных лекций, вызов студентов к доске для решения текущей задачи, самостоятельное решение задач и выполнение алгоритмов вручную со сверкой промежуточных и конечного результатов решения, демонстрация преподавателем на доске решения типовых задач.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия. На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

## 2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится дважды: в середине и в конце семестра. Промежуточный контроль выставляется на основе зачета.

Для допуска к зачету необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Автор(ы):

Рябов Павел Николаевич, к.ф.-м.н.