

· Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физического факультета

С.Н. Филимонов
«15» апреля 2021 г.



Рабочая программа дисциплины

Численные методы и математическое моделирование

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2021

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.04.11

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.Н. Чайковская

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

Томск – 2021

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 – Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.

ПК-2 – Способен осуществлять педагогическую деятельность в рамках программ среднего общего и среднего профессионального образования, программ дополнительного образования;

– ПК-3 – Способен разрабатывать алгоритмы и программы, применять методы компьютерного моделирования для решения задач профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Знает основы программирования и требования информационной безопасности;

ИОПК 3.2 Применяет общее и специализированное программное обеспечение для теоретических расчетов и обработки экспериментальных данных;

ИПК 2.1 Знает содержание учебных дисциплин, соответствующих профилю подготовки, а также необходимых материалов по организации учебного процесса с применением технологий электронного обучения;

ИПК 2.2 Способен применять современные образовательные технологии, включая информационные, а также разрабатывать цифровые образовательные ресурсы;

– ИПК-3.1 – Знает основы программирования, владеет навыками создания компьютерных моделей физических явлений и процессов.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить основы численных методов и математического моделирования применительно к описанию физических процессов.

– Научиться создавать базовые математические модели для описания физических процессов и получать соответствующие решения с помощью численных методов.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 8, дифференциальный зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Методы математической физики, Квантовая механика, Классическая механика, Общая физика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

– лекции: 24 ч.;

– практические занятия: 24 ч.;

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Общие сведения о численных методах.

Сеточные методы и методы на основе минимизации функционала.

Тема 2. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод наискорейшего спуска, метод Рунге-Кутды и т.д.

Тема 3. Задачи интерполяции.

Аппроксимация непрерывных функции дискретной моделью.

Тема 4. Краевые задачи.

Условие Дирихле. Условие Неймана. Периодические граничные условия

Тема 5. Концепция построения математических моделей.

Прямая и обратная задачи математического моделирования. Классификация математических моделей.

Тема 6. Построение расчетной области.

Проектирование физических конструкций и моделирование исследуемого пространства.

Тема 7. Построение сетки.

Методика разбиения области при явной и не явной схеме. Способы разбиения. Сходимость задачи.

Тема 8. Получение и обработка результатов моделирования.

Методы анализа сходимости задачи. Стандарты представления результатов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, выполнению индивидуальных заданий и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом): посещаемость – максимальный балл 10, выполнение индивидуальных заданий – 50. Контрольная точка проводится не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Дифференциальный зачет во втором семестре проводится в устной форме на основе анализа выполненных индивидуальных заданий. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

На промежуточную аттестацию планируется не более 40% рейтинга.

Результаты дифференциального зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзаменационная оценка определяется исходя из результатов экзамена и текущей аттестации в течение семестра и согласуется с принятым соответствием с 5-ти балльной шкалой оценивания: 99-86 — «отлично»; 85-66 — «хорошо»; 65-45 — «удовлетворительно», менее 45 — «неудовлетворительно».

Дифференциальный зачет собой ответ по теоретической части математической модели физического процесса и программы, написанной в рамках индивидуального задания. Это позволяет проверить компетенции ОПК-3, ПК-2 и ПК-3 в соответствии с

индикаторами ИОПК 3.1; ИОПК 3.2; ИПК 2.1; ИПК 2.2, ИПК-3.1. Ответы даются в развернутой форме.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24604>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Темы индивидуальных работ определяются индивидуально в рамках научной работы студента.

Пример соответствующих тем:

1. Создание математической модели «Эквипотенциальные поверхности системы двух электродов» и получение соответствующих численных решений.
2. Создание математической модели «Кольца Гельмгольца» и получение соответствующих численных решений.
3. Создание математической модели «Атом водорода» и получение соответствующих численных решений.

Литература:

1. Фущич В.И. Симметричный анализ и точные решения нелинейных уравнений математической физики/ В.И. Фущич, В.М.Штельень, Н.И. Серов. – Киев: Наукова Думка, 1989.
2. Фущич В.И. Симметрия уравнений квантовой механики/ В.И. Фущич, А.Г. Никитин. – М.: Наука, 1990.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. – КноРус, 2012.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Курс теоретической физики. – 2001.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Сайт компании разработчика пакета MATLAB [Электронный ресурс] / www.mathworks.com. Режим доступа: <http://www.mathworks.com/>, свободный.
2. Лаборатория информатики и параллельных вычислений [Электронный ресурс] / graal.ens-lyon.fr, Режим доступа: <http://graal.ens-lyon.fr/MUMPS/>, свободный.
3. Волков Е. А. Численные методы. – Лань, 2008.
4. Савельев И. В. Курс общей физики. – КноРус, 2012.
5. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Курс теоретической физики. – 2001.
6. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — ISBN 5-9221-0120-X.
7. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр.. — М.: КомКнига, 2007. — 192 с. — ISBN 978-5-484-00953-4.
8. Дьяконов В. П. Matlab R2006/2007/2008. Simulink 5/6/7. Основы применения. — М.: Солон-Пресс, 2008. — 800 с. — (Библиотека профессионала). — ISBN 978-5-91359-042-8.

б) дополнительная литература:

1. Saad Y. Iterative Methods for Sparse Linear Systems. Boston, 1996. 529 p.
2. Скоринкин А. И. Математическое моделирование биологических процессов. — Казань: Казан. ун-т, 2015. — 86 с.

3. Блехман И. И., Мышкис А. Д., Пановко Н. Г. Прикладная математика: Предмет, логика, особенности подходов. С примерами из механики: Учебное пособие. — 3-е изд., испр. и доп.. — М.: УРСС, 2006. — 376 с. — ISBN 5-484-00163-3.

в) ресурсы сети Интернет:

Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / wikipedia.org. Электрон. дан. Б.м., 2009. Режим доступа: <http://wikipedia.org/>, свободный Ресурс Wolfram Mathematica:

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– COMSOL Multiphysics, Matlab, система компьютерной вёрстки LaTeX;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерные классы со специализированным программным обеспечением).

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Борисов Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра общей и экспериментальной физики физического факультета ТГУ.