



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информатики и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Кафедра информатики и информационных технологий

Образовательная программа
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки:
Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

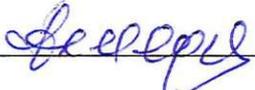
Статус дисциплины:
Вариативная

Махачкала 2017

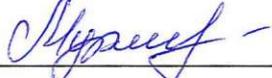
Рабочая программа дисциплины составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02–электроэнергетика и электротехника, профиль подготовки: нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (уровень: бакалавриат) от «7» августа 2014 г. № 937

Разработчик: кафедра информатики и информационных технологий, Иминов К.О., д. ф.-м. н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры информатики и информационных технологий от «17» марта 2017 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Ахмедов С. А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017 г., протокол № 8.

Председатель  Мурлиева Ж. Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «5» сентября 2017 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» входит в вариативную, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.02– Электроэнергетика и электротехника.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой информатики и информационных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численными методами алгебры, численными методами анализа, обработки экспериментальных данных, математического моделирования и программирования.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных ОК-2, общепрофессиональных компетенций ОПК-1, ОПК-2 и профессиональных компетенций ПК-1, ПК-2 выпускника.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля: текущий контроль успеваемости в форме приема заданий или контрольной работы и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

| Се мес тр | Об щи й объ ем | Учебные занятия | | | | | | СРС, в том числе зачет | Форма промежуто чной аттестации (зачет, дифферен цированны й зачет, экзамен) | |
|-----------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|-----|----------------------|--|--|---------------------------------|--|--|
| | | в том числе | | | | | | | | |
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | |
| | | Все го | из них | | | | | | | |
| Лек ции | Лабора торн ые занят ия | | Практиче ские занятия | КСР | консу льтац ии | | | | | |
| 4 | 108 | 50 | 18 | | 32 | | | 58 | зачет | |

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» имеет своей целью:

- получение студентами общих и специальных знаний в области численных методов и программирования,

- систематизация знаний о возможностях и особенностях применения математического моделирования реальных физических объектов и процессов,
- освоение алгоритмов приближенного, графического и численного решения задач,
- выработка практических навыков составления программ, реализующих эти алгоритмы,
- представление о возможностях использования математических методов в естествознании и умения качественно и количественно анализировать ситуации,
- знание методов, средств и инструментов постановки и выполнения вычислительного эксперимента,
- умение использовать электронные образовательные ресурсы для обработки экспериментальных данных из различных предметных областей на персональном компьютере.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» входит в «Математический и естественно-научный цикл» вариативной части ООП бакалавриата по направлению 13.03.02– электроэнергетика и электротехника. Настоящий учебный курс является неотъемлемой частью единого комплекса обучения студентов применению современных компьютеров для решения физических задач.

В условиях интенсивного научно-технического прогресса и требования резкого повышения уровня естественнонаучного образования требует изучение численного моделирования на ЭВМ, которое в последние десятилетия широко используется во всех областях деятельности человека, где оно стало серьезным фактором прогресса. Моделирование позволяет получить обширную научную информацию о сложных объектах общей физики, квантовой физики и астрофизики. Кроме этого, моделирование на ЭВМ позволяет значительно облегчить обработку экспериментальных результатов, связанных с решением сложных уравнений, не имеющих решений в виде простых аналитических функций. Постоянное оперирование моделями при изучении физики вырабатывает способность к абстрактному мышлению, выделению в том или ином явлении главного, а широкое применение математического аппарата приучает к строгому научному методу. Поэтому обучение студентов численным методам и моделированию становится обязательным.

Настоящий курс предназначен для обучения студентов численным методам, моделированию задач и решению их на компьютере с помощью программирования. Курс состоит из лекций и практических занятий. Теоретический материал, который дается на лекциях и программы, составляемые на практических занятиях взаимосвязаны. Поэтому для полного

усвоения курса необходимо разобрать теоретический материал и выполнить все задания.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

Уровень «знать»:

- работа персонального компьютера на пользовательском уровне;
- основные понятия и методы линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления;
- основные понятия и конструкции языка программирования Турбо-Паскаль;
- основные архитектурные решения и парадигмы обработки информации.

Уровень «уметь»:

- составлять и решать задачи по линейной алгебре, по дискретной математике, дифференцировать и интегрировать;
- проектировать и реализовывать программы на одном из языков программирования;
- составлять и отлаживать программы на языках программирования высокого уровня;
- менять исходные данные и соответственно базовые модели к созданию программ.

Дисциплины, следующие по учебному плану:

- Компьютерное моделирование в физике;
- Статистические методы обработки экспериментальных результатов;
- Научно-исследовательская работа;
- Итоговая государственная аттестация.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

В результате освоения данной дисциплины обучающийся демонстрирует следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

| Код компетенции | Формулировка компетенции из ФГОС | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) |
|-----------------|---|---|
| ОК-2 | способностью понимать роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники, иметь пред- | Знать: историю развития и современные проблемы информатики и вычислительной техники, взаимосвязь и преемственность информационных |

| | | |
|-------|--|--|
| | <p>ставление о связанных с ними современных социальных и этических проблемах, понимать ценность научной рациональности и ее исторических типов</p> | <p>технологий; становление информатики как фундаментальной науки; концепции и идеи, на которых основано многообразие информационных технологий;</p> <p>особенности применения информационных технологий в науке и образовании;</p> <p>основные подходы к организации процесса разработки информационных технологий в науке, образовании и обществе;</p> <p>Уметь:</p> <p>оценивать правовые, социальные и исторические следствия решений, принимаемых при выборе компьютерных технологий в науке и образовании;</p> <p>выполнить анализ требований и создание сценариев использования компьютерных технологий в науке и образовании</p> |
| ОПК-1 | <p>способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p> | <p>Знать:</p> <p>основные законы и свойства информации, как философской категории; основные архитектурные решения и парадигмы поиска, хранения, обработки и представления информации;</p> <p>основные российские и международные стандарты и рекомендации работы с данными и информацией; перспективы развития средств вычислительной техники и обработки данных.</p> <p>Уметь:</p> <p>строить информационные и программные модели обработки информации; строить сетевые и распределенные модели обработки данных</p> <p>Владеть:</p> <p>принципами технологий открытых систем;</p> |

| | | |
|-------|--|---|
| ОПК-2 | <p>способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, метода анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p> | <p>Знать: формулировать проблемы, задачи и подбирать методы научного исследования; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний; формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатах исследований</p> <p>Уметь: пользоваться в познавательной и профессиональной деятельности базовыми знаниями в области математики и естественных наук, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>Владеть: навыками работы на современном физическом оборудовании и использования вычислительного оборудования в реальном физическом эксперименте</p> |
| ПК-1 | <p>способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике</p> | <p>Знать: основы современных информационно-коммуникационных технологий сбора, обработки и предоставления информации при выполнении экспериментальных исследований;</p> <p>Уметь: Планировать и готовить информационно-коммуникационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерных технологии и пакеты прикладных программ для анализа и обработки экспериментальных</p> |

| | | |
|------|--|--|
| | | <p>данных</p> <p>Владеть:</p> <p>приемами и методами программирования вычислительных процессов; базовыми программными методами защиты информации при работе с компьютерными системами и организационными мерами и приемами антивирусной защиты.</p> |
| ПК-2 | способностью обрабатывать результаты экспериментов | <p>Знать:</p> <p>численные методы решения различных математических, физических, экономических, технических и других задач; основные способы математической обработки экспериментальных результатов;</p> <p>Уметь:</p> <p>строить математические модели для решения реальных задач, подбирать наиболее подходящие методы численной обработки экспериментальных результатов, разрабатывать алгоритмы решения, на основании алгоритмов составлять программы на ТР и решать задачи на компьютере;</p> <p>Владеть:</p> <p>методами построения моделей физических систем; основными методами математической обработки информации; навыками работы с программными средствами общего и профессио-нального назначения;</p> |

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

| № раз-дела | Наименование разделов | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах) | Формы текущего контроля успеваемости (по |
|------------|-----------------------|---|--|
|------------|-----------------------|---|--|

| | | семестр | Неделя семестра | Аудиторная работа | | | Вне-ауд. работа СР | неделям семестра) Форма промежуточной аттестации |
|---|--|---------|-----------------|-------------------|----|----|--------------------|--|
| | | | | Л | ПЗ | ЛР | | |
| 1 | Математическое моделирование и вычислительный эксперимент в физике | 4 | 1 | 2 | 2 | | 4 | Подготовка рефератов (докладов, сообщений и информационных материалов т.п.). |
| 2 | Общая схема и методы численного решения нелинейного уравнения на ЭВМ. | 4 | 2,3,4 | 3 | 6 | | 8 | к/р, тестовый контроль, устный опрос |
| 3 | Методы и алгоритмы численного решения систем линейных алгебраических уравнений | 4 | 5,6 | | 4 | | 10 | к/р, тестовый контроль, устный и письменный опросы, |

| | | | | | | | |
|---------------|---|---|--------------|----|----|----|---|
| 4 | Полиномиальная интерполяция и методы нахождения приближающей функции | 4 | 7,8,9 | 4 | 5 | 10 | Подготовка рефератов (докладов, сообщений и информационных материалов т.п.). Контрольная работа |
| 5 | Численное дифференцирование и интегрирование. Вычисление многомерных интегралов методом Монте-Карло | 4 | 10,11, 12,13 | 6 | 7 | 10 | практические задания, к/р, тестовый контроль, устный и письменный опросы, доклады по темам |
| 6 | Математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Методы численного решения ОДУ | 4 | 13,14 | | 4 | 10 | практические задания, к/р, тестовый контроль, устный и письменный опросы, доклады по темам |
| 8 | Методы обработки экспериментальных данных. | 4 | 15,16 | 3 | 4 | 6 | Подготовка докладов, сообщений и информационных материалов т.п. Контрольная работа |
| Итого: | | | | 18 | 32 | 58 | зачет |

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1

1. Введение.

Численное моделирование его место и роль в современной фундаментальной и прикладной науке. Этапы решения задачи с использованием ЭВМ (постановка задачи и построения материалистической модели, подбор численного метода и разработка алгоритма решения, составление программы и исполнение программы на ЭВМ). Лабораторный и вычислительный эксперименты и их сравнение.

Особенности выполнения вычислений на ЭВМ. Диапазон и точность представления чисел. Ошибки округления. Абсолютная и относительная погрешности результатов основных арифметических операций. Накопление ошибок. Общая погрешность решения задачи на ЭВМ. Устойчивость вычислительных алгоритмов.

2. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений.

Постановка задачи. Общая схема решения нелинейного уравнения на ЭВМ. Отделение корней (графический способ, использование ЭВМ). Метод итераций, метод Ньютона, метод половинного деления. Условия применимости, скорость сходимости к решению и оценка погрешности этих методов. Обобщение метода Ньютона на случай системы нелинейных уравнений.

3. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

Общие сведения. Прямые методы: метод Крамера, метод Гаусса и его модификации; итерационные методы: метод простой итерации и метод Зейделя. Условия сходимости итерационного процесса. Практическая схема решения линейных уравнений методом итерации.

4. Интерполирование функций.

Интерполяция таблично заданной функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Факторы, определяющие точность интерполяции. Конечные разности. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Сплаины их свойства, интерполяция сплайнами. Построение кубического интерполяционного сплайна. Погрешность интерполирования.

Модуль 2

5. Численное дифференцирование и интегрирование.

Постановка задачи численного дифференцирования. Методы численного дифференцирования на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона. Суммарная погрешность ее составляющие и оценка погрешности производной. Способы уменьшения погрешности дифференцирования. Приближенное вычисление определенных интегралов. Общая структура интерполяционной квадратурной формулы. Классические методы численного интегрирования: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка точности этих методов. Метод Монте – Карло. Вычисление многомерных интегралов методом Монте - Карло. Оценка погрешности метода Монте - Карло.

6. Численное решение дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера и численное решение уравнения теплопроводности. Метод Эйлера-Крамера и численное решение уравнения движение с учетом сопротивления воздуха. Оценка погрешности этих методов.

7. Методы обработки экспериментальных данных.

Метод наименьших квадратов. Линейная и квадратичная регрессия. Нахождение приближающей функции в виде элементарных функций (степенная функция, показательная функция, логарифмическая функция и др.). Элементы математической статистики. Распределения. Точные и интервальные оценки.

Темы практических (семинарских) занятий

Модуль 1.

- Этапы решения задачи с использованием ЭВМ. Примеры.
- Диапазон и точность представления чисел на ЭВМ. Абсолютная и относительная погрешности.
- Отделение корней (графический способ, использование ЭВМ, программа).
- Алгоритмы метода итераций, метода Ньютона, метода половинного деления и программы на ТР.
- Решение систем методом Гаусса, алгоритм метода и программа на ТР.
- Решение систем методом Зейделя, алгоритм метода и программа на ТР.
- Нахождение приближающей функции с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа блок-схема и программа на ТР.
- Нахождение приближающей функции с помощью первой и второй интерполяционной формулы Ньютона. Примеры.
- Нахождение приближающей функции с помощью кубических сплайнов. Примеры.

Модуль 2.

- Примеры численного дифференцирования на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона.
- Классические методы численного интегрирования примеры, блок-схемы и программы на ТР.
- Вычисление многомерных интегралов методом Монте – Карло примеры, блок-схема и программа на ТР.
- Решение уравнения теплопроводности методом Эйлера алгоритм и программа на ТР.
- Решение уравнения движения методом Эйлера-Крамера алгоритм и программа на ТР.

- Примеры обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов и построение приближающих функций

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 20% аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС с учетом специфики ООП). Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 60% аудиторных занятий (определяется соответствующим ФГОС).

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

При проведении лекций для активизации восприятия и обратной связи практикуется устный опрос, позволяющий бакалаврам проявить свои интересы и эрудицию, что оценивается при выводе итоговой оценки на зачете. Устный опрос – специальный элемент диалогового изложения материала, при котором лектор время от времени задает вопросы студентам, апеллируя к ранее полученным знаниям, и дальнейшее повествование частично связывает с полученными ответами. Активность студентов оценивается, качество ответов будет учтено при выводе оценки на зачете.

Зачет проходит в устной форме в виде ответов на вопросы, при необходимости уточнить оценку используются контрольные вопросы в качестве дополнительных испытаний. Экзаменатор не ставит задачу каждому студенту дать билет с уникальными вопросами, более того, не играет в случайный выбор вопроса студентом. Выбор вопроса определяет лектор с учетом ранее проявленных студентом при устных опросах интересов, активности и эрудиции. Материал курса не предусматривает однозначных ответов на изученные вопросы, а более нацелен на сознательные, компетентные выводы из рассмотренного на лекциях и найденного самостоятельно материала.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка реферата (до 5 страниц), презентации и доклада (10-15 минут)
4. Подготовка к зачету

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лекции, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Это домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях.

Промежуточный контроль. Промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала.

Итоговый контроль. Зачет в конце 4 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение моделировать и решать задачи с помощью программирования на ПК. Зачет проходит в устной форме в виде ответов на билеты и, если понадобится, то на дополнительные контрольные вопросы. Результаты семестровой работы учитываются при сдаче итогового зачета.

Вопросы к итоговому контролю

Модуль 1.

1. Основные направления использования компьютеров в науке. Вычислительный эксперимент.
2. Виды, цели и особенности математического моделирования.
3. Численное моделирование и этапы решения задачи на ЭВМ.
4. Виды погрешностей из которых складывается общая погрешность решения задачи на ЭВМ.
5. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности.
6. Диапазон и точность представления чисел. Машинный нуль. Ошибки округления.
7. Накопление ошибок и устойчивость вычислительных алгоритмов.
8. Графическое отделение корней нелинейного уравнения с одной переменной.
9. Отделение корней нелинейного уравнения с помощью ЭВМ. Блок схема программы.
10. Метод простой итерации. Блок схема и программа.
11. Метод половинного деления. Блок схема и программа.
12. Метод Ньютона. Блок схема и программа.
13. Система линейных алгебраических уравнений, ее матричная запись и решение.

14. Вычисление собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы.
15. Решение системы уравнений методом Гаусса, алгоритм решения, пример.
16. Решение системы уравнений методом Зейделя, алгоритм решения, пример.
17. Интерполирование функций. Нахождение приближающей функции в виде многочлена степени n .
28. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Пример. Алгоритм и блок схема.
19. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона.
20. Интерполяция сплайнами. Кубические сплайны.

Модуль 2.

21. Методы численного дифференцирования на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона.
22. Порядок точности и способы уменьшения погрешности дифференцирования.
23. Классические методы численного интегрирования. Общая структура интерполяционной квадратурной формулы.
24. Метод трапеций. Пример и программа. Оценка погрешности.
25. Метод Симпсона. Пример и программа. Оценка погрешности.
26. Вычисление интегралов методом Монте-Карло. Оценка погрешности.
27. Вычисление M, X, Y и I_z плоского диска методом Монте-Карло.
28. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
29. Алгоритм решения дифференциальных уравнений. Локальная и глобальная погрешности.
30. Алгоритм Эйлера и численное решение уравнения теплопроводности.
31. Метод средней точки и метод полушага их алгоритмы и особенности.
32. Численное решение системы из дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.
33. Основные причины отклонения точного решения дифференциальных уравнений от численного решения.
34. Методы обработки экспериментальных данных.
35. Метод наименьших квадратов и нахождение значений параметров приближающей функции в общем виде.
36. Построение приближающей функции для зависимости заданной в виде таблицы.
37. Нахождение приближающей функции в виде $F(x,a,b) = ax+b$ и $F(x,a,m) = ax^m$.
38. Сумма квадратов отклонения и оценка качества приближения.

Темы для самостоятельного изучения (рефераты):

- Применение компьютеров в науке.
- Особенности выполнения вычислений на ЭВМ. Ошибки округления.

- Условия применимости, скорость сходимости к решению и оценка погрешности методов.
- Определители и действия над ними.
- Вычисление собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы с помощью преобразования подобия.
- Факторы, определяющие точность интерполяции. Конечные разности.
- Оценка погрешности производной и способы уменьшения погрешности дифференцирования
- Оценка погрешности метода Монте-Карло.
- Алгоритмы методов серединной точки, полушага, Верле.
- Линейная и квадратичная регрессия.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

| Компетенция | Знания, умения, навыки | Процедура освоения |
|-------------|--|-----------------------------------|
| ОК-2 | Знать: 1. Историю развития и современные проблемы информатики и вычислительной техники; 2. Взаимосвязь и преемственность информационных технологий; 3. Становление информатики как фундаментальной науки; 4. Концепции и идеи, на которых основано многообразие информационных технологий; 5. Особенности применения информационных технологий в науке и образовании; | Устный опрос, письменный опрос |
| ОПК-1 | Знать: 1. Основные законы и свойства информации, как философской категории; 2. Основные архитектурные решения и парадигмы поиска, хранения, обработки и представления информации; 3. Основные российские и международные стандарты и рекомендации работы с данными и информацией; 4. Перспективы развития средств вычислительной техники и обработки данных. | Устный опрос, письменный опрос |

| | | |
|-------|---|--------------------------------|
| ОПК-2 | <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Формулировать проблемы, задачи и подбирать методы научного исследования; 2. Методы моделирования и анализа результатов теоретического и экспериментального исследования; 3.Обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний; 4.Формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатах исследований | Устный опрос, письменный опрос |
| ПК-1 | <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Планировать и готовить выполнение типовых экспериментальных исследований по заданной методике; 2.Основы современных информационно-коммуникационных технологий сбора, обработки и предоставления информации при выполнении экспериментальных исследований; 3.Стевые компьютерных технологии и пакеты прикладных программ для анализа и обработки экспериментальных данных | Устный опрос, письменный опрос |
| ПК-2 | <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Строить математические модели для решения реальных задач; 2.Численные методы решения различных моделей математических, физических, технических и других задач; 3. Разрабатывать алгоритмы решения, на основании алгоритмов составлять программы на ТР и решать задачи на компьютере; 4.Особенности работы с программными средствами общего и профессионального назначения | Устный опрос, письменный опрос |

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Бакалавриат формирует пороговый и базовый уровни компетенции. Компетенции не являются непосредственными элементами содержания учебной дисциплины, поэтому оценка их формирования выполняется как экспертное представление преподавателя приблизительно по ниже представленным схемам формулировок.

ОК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью понимать роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники, иметь представление о связанных с ними современных социальных и этических проблемах, понимать ценность научной рациональности и ее исторических типов»

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|-----------|---|---|--|--|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый | Представление о проблематике своей будущей профессии | Ознакомлен с влиянием ЭВМ на современную деятельность человека | Представляет связи современного общества с прогрессом вычислительной техники | Демонстрирует владение вычислительной техникой и ИТ |
| Базовый | Понимание места мотивации к повышению уровня профессиональной деятельности. | Может обсуждать требования и квалификационные нормы, способствующие развитию вычислительного эксперимента | Видит издержки возникающие при численном решении задачи на ЭВМ | Умеет корректно применять ИТ и ПК в учебной деятельности и общении |

ОПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий»

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|-----------|---|---|---|--|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый | Представление о роли информации в развитии современного общества | Ознакомлен с возможностями ИТ и ЭВМ | Показывает знание примеров влияния информации на прогресс современного общества | Демонстрирует умение применять доступную информацию для решения поставленных задач |
| Базовый | Понимание угроз возникающих при широком применении ИТ и понятие информационной безопасности | Может обсуждать конкретные нормы и требования, предъявляемые к эксплуатации ЭВМ и безопасности информации | Может диагностировать возникающие угрозы и ошибки при широком применении ЭВМ | Умеет устранить отклонения от требований и норм, предъявляемых к эксплуатации современных ЭВМ. |

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, метода анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|-----------|--|---|---|---|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый | Понимание методов моделирования и анализа результатов теоретического и экспериментального исследования | Ознакомлен со статистическими данными и темпе роста объёмов информации и потенциала ИТ. | Показывает знание основных этапов в развитии методов представления знаний и средств обработки информации. | Демонстрирует готовность к усвоению нового материала. |
| Базовый | Умение формулировать проблемы, задачи и подбирать методы научного исследования | Может реферировать рекомендованные материалы на заданную тему. | Показывает умение самостоятельно находить дополнительный материал на изучаемую тему. | Умеет упорядочить и систематизировать изучаемый материал. |

ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике».

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|-----------|---|--|--|---|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый | Представление об использовании современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) для проведения научных исследований | Ознакомлен с использованием современной приборной базы для проведения научных исследований | Показывает знания проведения научных исследований в избранной области физических исследований с помощью современной приборной базы | Демонстрирует навыки успешного проведения научных исследований с помощью современной приборной базы |
| Базовый | Представление об использовании ИТ и ЭВМ для проведения научных исследований в избранной области | Может обсуждать проведение научных исследований с использованием | Показывает умения работать со сложным физическим оборудованием | Умеет использовать вычислительную технику при постановке физического |

| | | | | |
|--|--|--|--|---------------|
| | экспериментальны х и (или) теорети- ческих исследова- ний | в эксперименте вычислительного оборудования. | | эксперимента. |
|--|--|--|--|---------------|

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность обрабатывать результаты экспериментов»

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала | | |
|-----------|--|---|--|---|
| | | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| Пороговый | Представление использования современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований | Ознакомлен с использованием современных методов обработки физической информации в избранной области физических исследований | Показывает умения пользоваться современными методами обработки и анализа физической информации | Демонстрирует навыки успешного применения на практике современными методами обработки, физической информации |
| Базовый | Представление об использовании численных методов для решения различных математических, физических, технических и других задач | Может обсуждать численные методы решения различных математических, физических, технических и других задач | Показывает умения применять знания по математике и физике при моделировании | Умеет пользоваться методами построения моделей физических систем; имеет навыки работы с программными средствами общего и профессионального назначения |

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

1. методика работы с приближенными величинами;
2. основные численные методы решения задач линейной алгебры;
3. методы приближения функций, включая методы интерполирования функций;
4. методы численного интегрирования и дифференцирования;
5. методы численного решения ОДУ и систем ОДУ;

6. методы решения задач математической физики;
7. методы решения интегральных уравнений;
8. методы нахождения экстремумов функций;

Примеры тестовых заданий

Метод Ньютона применяется к нахождению приближенного решения уравнения $f(x) \equiv x^2 - 2 = 0$, взяв за начальное приближение $x_0 = 1$. Второе приближение x_2 к решению этого уравнения и невязка $r = f(x_2)$ равны

№да

$$x_2 = \frac{17}{12}, r = \frac{1}{144}$$

№нет

$$x_2 = \frac{7}{4}, r = \frac{3}{64}$$

№нет

$$x_2 = \frac{3}{2}, r = \frac{1}{4}$$

№нет

$$x_2 = \frac{280}{209}, r = \frac{7}{209}$$

№нет

$$x_2 = \frac{7}{3}, r = \frac{1}{81}$$

Последовательные приближения к решению уравнения $f(x) = 0$ в методе Ньютона определяются по формулам:

№да

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n + \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f'(x_n)}{f(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_{n-1} + \frac{f(x_{n-1})}{f'(x_{n-1})}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{2f'(x_n)}$$

Последовательные приближения к решению уравнения $x = g(x)$ в методе простой итерации определяются по формулам:

№да

$$x_{n+1} = g(x_n)$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n - g(x_n)$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n - \frac{g(x_n)}{g'(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n + g(x_n)$$

Выберите верные утверждения.

Метод Ньютона применяется к нахождению приближенного решения

уравнения $f(x) = 0$, взяв за начальное приближение $x_0 = 1$. Тогда $x_1 = \frac{1}{2}$

является первым приближением к решению этого уравнения, если

№да

$$f(x) = 3x^2 + x - 2$$

№да

$$f(x) = 2x^3 + x - 1$$

№нет

$$f(x) = 4x^3 + x - 1$$

Выберите верные утверждения.

Метод простой итерации применяется к нахождению приближенного

решения уравнения $x = g(x)$, взяв за начальное приближение $x_0 = 0$. Тогда

$x_1 = \frac{1}{3}$ является первым приближением к решению этого уравнения, если

№да

$$g(x) = \frac{3x + \cos x}{x^2 + 3}$$

№да

$$f(x) = \frac{x + 2 + \sin 2x}{6 + x^2}$$

№нет

$$f(x) = \frac{x^2 + 2}{x^4 + 3}$$

Пусть $x_0 = 0$ – начальное приближение методом Ньютона к решениям уравнений

1) $3x^2 + x - 1 = 0$,

2) $2x^3 + x - 2 = 0$,

3) $x + \sin \pi x - 2 = 0$

Пусть $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ – первые приближения этим методом к решениям уравнений 1),2),3) соответственно. Расположите эти числа в порядке возрастания

№да

α_1

№да

γ_1

№да

β_1

Пусть $x_0 = 0$ – начальное приближение методом простой к решениям уравнений

1) $x = \frac{3}{x^2 + 3}$,

2) $x = \frac{1 + \sin \pi x}{2 + x^2}$,

3) $x = \frac{x + 2}{x^2 + 3}$

Пусть $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ – первые приближения этим методом к решениям уравнений 1),2),3) соответственно. Расположите эти числа в порядке возрастания

№да

β_1

№да

γ_1

№да

α_1

Второе приближение к решению уравнения $x^3 + x - 3 = 0$ методом половинного деления отрезка $[1;2]$ равно

№да

$\frac{5}{4}$

$\frac{4}{5}$

№нет

$\frac{8}{5}$

$\frac{5}{8}$

№нет

$\frac{11}{8}$

8

№нет

$\frac{7}{4}$

4

№нет

$\frac{5}{3}$

3

Выберите верные утверждения.

Число $\frac{3}{4}$ является вторым приближением методом половинного деления

отрезка $[0;1]$ к решению уравнения

№да

$$4x^2 + x - 3 = 0$$

№да

$$3x^2 + x - 2 = 0$$

№да

$$x^3 + x - 1 = 0$$

Расположить в порядке возрастания

первое, второе и третье приближения x_1, x_2, x_3 к решению

уравнения $x^3 + 4x - 1 = 0$ методом половинного деления отрезка $[0,1]$

№да

x_3

№да

x_2

№да

x_1

Пусть вектор $x^0 = (0; 0; 0)$ – начальное приближение к решению СЛАУ

$$\begin{cases} x_1 = -0.2x_1 - 0.2x_2 + 0.1x_3 + 2, \\ x_2 = 0.1x_1 + 0.1x_2 - 0.2x_3 + 1, \\ x_3 = 0.1x_1 - 0.1x_2 - 1 \end{cases}$$

методом простой итерации. Тогда второе приближение к решению данной СЛАУ имеет вид:

№да

$(1,3; 1,5; -0,9)$

№нет

(1,21; 1,82; -1.02)

№нет

(1,5; 1,3; -1.1)

№нет

(1,3; 1,2; -0,8)

Пусть вектор $(0; 0; 0)$ – начальное приближение к решению СЛАУ

$$\begin{cases} x_1 = -0.2x_1 - 0.2x_2 + 0.1x_3 + 2, \\ x_2 = 0.1x_1 + 0.1x_2 - 0.2x_3 + 1, \\ x_3 = 0.1x_1 - 0.1x_2 - 1 \end{cases}$$

методом Зейделя. Тогда первое приближение к решению данной СЛАУ имеет вид:

№да

(2; 1,2; -0,92)

№нет

(2; 1,5; -0,85)

№нет

(2; 1,1; -1,12)

№нет

(1; 0,2; 1,1)

Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции $f(x)$, построенный по ее значениям в узлах x_0, x_1, \dots, x_n , имеет вид ...

№да

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_j) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_j - x_i}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_i}{x_j - x_i}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

Для функции $f(x) = (1 - 4x) \sin \pi x$ строится интерполяционный многочлен $L_2(x)$ по ее значениям в узлах $x_0 = 0$, $x_1 = \frac{1}{4}$, $x_2 = \frac{1}{2}$. Его значение $L_2\left(\frac{1}{8}\right)$ равно

...

№да

$$\frac{1}{8}$$

$$8$$

№нет

$$\frac{1}{6}$$

$$6$$

№нет

$$\frac{2}{15}$$

$$15$$

№нет

$$\frac{2}{17}$$

$$17$$

№нет

$$\frac{3}{122}$$

$$122$$

Пусть $L_2(x)$ — интерполяционный многочлен для функции $f(x) = x - 4x^3$ по ее значениям в узлах $x_0 = 0$, $x_1 = \frac{1}{2}$, $x_2 = \frac{1}{4}$. Выберите верные предложения

№да

$$L_2(x) = \frac{3x - 6x^2}{2}$$

№да

$$2L_2(x) + 6x^2 = 3x$$

№нет

$$L_2(x) = x^2 - 4x^4$$

№нет

$$x^2 - L_2(x) = 4x^4$$

№нет

$$L_2(x) = x - 4x^3$$

Пусть функция $f(x)$ задана таблицей:

| | | | |
|--------|---|---|---|
| x | 0 | 1 | 2 |
| $f(x)$ | 1 | 0 | 3 |

Интерполяционный многочлен $L_2(x)$ для этой функции имеет вид

№да

$$(2x - 1)(x - 1)$$

№нет

$$(x - 1)(x + 2)$$

№нет

$$2x^2 - x$$

№нет

$$(x - 1)x + 1$$

№нет

$$x^3 - x^2 + 1$$

Остаточный член интерполяционного многочлена Ньютона, построенного по значениям функции $f(x)$ в узлах x_0, x_1, \dots, x_n имеет вид

№да

$$f(x; x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_0) \dots (x - x_n)$$

№нет

$$f(x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_0) \dots (x - x_n)$$

№нет

$$f(x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_n)^n$$

№нет

$$f(x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_0)^n$$

№нет

$$\frac{f^{(n)}(\xi)}{n!} (x - x_0) \dots (x - x_n)$$

Выберите неверные предложения.

№да

для каждой функции $f(x)$ существует единственный интерполяционный многочлен степени n по значениям $f(x)$ во всех n заданных различных узлах

№да

для каждой функции $f(x)$ существуют два различные интерполяционные многочлены степени не выше n по значениям $f(x)$ во всех n заданных различных узлах

№нет

для каждой функции $f(x)$ существует единственный интерполяционный многочлен степени не выше $n - 1$ по значениям $f(x)$ во всех n заданных различных узлах

№нет

Значения функции $f(x)$ и интерполяционного многочлена должны совпадать всех n заданных узлах

Пусть $x_i = x_0 + ih, i \in Z, h > 0$. Формула численного дифференцирования второго порядка точности для первой производной имеет вид:

№да

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - f(x_{-1})}{2h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - f(x_0)}{h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - f(x_{-1})}{h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - 2f(x_0) + f(x_{-1}))}{h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{2f(x_1) - f(x_0)}{h}$$

Квадратурная формула трапеций имеет вид:

№да

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \left[\frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=1}^{N-1} f(a + ih) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \sum_{i=0}^N f(a + ih)$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \left[\frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=0}^{N-1} f(a + ih) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{2} \left[f(a) + f(b) + 2 \sum_{i=0}^N f(a+ih) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{2} \left[f(a) + f(b) + \sum_{i=0}^{N-1} f(a+ih) \right]$$

Пусть В- значение интеграла $A = \int_0^1 x |1 - 2x| dx$, вычисленного по квадратурной

формуле трапеций, разбив отрезок интегрирования на две равные части. Тогда $|B - A| =$
...

№да

0

№нет

$\frac{1}{10}$

№нет

$\frac{1}{8}$

№нет

$\frac{3}{20}$

Значение интеграла $\int_0^1 x^2 |1 - 2x| dx$, вычисленного по квадратурной формуле трапеций,
разбив отрезок интегрирования на две равные части, равно ...

№да

$\frac{1}{4}$

№нет

$\frac{2}{5}$

№нет

$\frac{3}{11}$

№нет

$\frac{3}{15}$

Пусть $h = \frac{b-a}{2}$ — шаг интегрирования. Простейшая квадратурная формула Симпсона имеет вид:

№да

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left[f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left[f(a) - 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left[f(a) - 2f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{6} \left[f(a) - 2f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \left[f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

Значение интеграла $\int_{-1/2}^{1/2} |x| dx$, вычисленного по простейшей квадратурной формуле

Симпсона, равно ...

№да

$\frac{1}{6}$

№нет

$\frac{1}{5}$

№нет

$\frac{1}{4}$

№нет

$\frac{3}{8}$

Пусть $y(x)$ – решение задачи Коши:
$$\begin{cases} y' = \frac{y - 2x}{1 + y^2} + 2, \\ y(0) = 0. \end{cases}$$

Значение $y(0,3)$, вычисленное методом Эйлера с шагом $h = 0.1$, равно...

№да

0,6

№нет

0,4

№нет

0,3

№нет

0,2

№нет

- 0,4

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на лекциях __ 15 __ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __ 60 __ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __ 15 __ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на практических занятиях __ 15 __ бал.
- выполнение домашних работ __ 15 __ бал.

- выполнение самостоятельных работ __20__ бал.
- выполнение контрольных работ __40__ бал.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Бахвалов Н. С. Численные методы. - М. : Наука, 1973 г.
2. Калиткин Н. П. Численные методы. - М.: Наука, 1978 г.
3. Волков Е. А. Численные методы. - М.: Наука, 1982 г.
4. Марчук М. И. Методы вычислительной математики. - М.: Наука, 1984 г.
5. Воробьева Г. Н. Данилова А.Н. Практикум по численным методам. - М: Высшая школа, 1978 г.
6. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. - М.: Высшая школа, 2009. 840с.
7. Формалев В.Д., Ревизников Д.Л. Численные методы. -М.: физматлит, 2004. 400с.
8. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов. -М.: физматлит, 2003. 304с.
9. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. СПб.: Лань, 2011. 736 с.
10. Вержбицкий, В. М. Численные методы математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Вержбицкий. - М.: Директ-Медиа, 2013. - 212 с. - 978-5-4458-3871-5. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214562>

Дополнительная литература

1. Бабенко К.И. Основы численного анализа. - М.: Наука, 1986. - 744 с.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Наука, 1987. - 600 с.
3. Тарасевич Ю. Ю. "Математическое и компьютерное моделирование". - М: УРСС, 2001 г.
4. Ильина В.А., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков. Москва-Ижевск, 2003, (Т1.т2)
5. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. - Киев: Наукова думка, 1986. - 544 с.
6. Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам. - М.: Радио и связь, 1985. - 304 с.
7. Ортега Дж., Пул У. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 1986. - 288 с.
8. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. - Томск: МП "РАСКО", 1991, 1992. 272 с.

9. Гулд З. Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Т.1 и Т.2. - М: Мир, 1990 г.
11. Карасов В.И., Кринберг И.А., Паперный В.А. Компьютерное моделирование физических процессов. Иркутск, ИГУ, 2007 -126 с.
12. Киреев В. И., Пантелеев А. В. Численные методы в примерах и задачах Москва: Высшая школа, 2008.
13. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. М.: КомКнига, 2007. 192 с.
14. Федоренко Р. П. Введение в вычислительную физику. –М.: Интеллект, 2008. 504с.
15. Мэтьюз Д.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. 720 с.
16. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB -М.: Горячая линия Телеком, 2003. 592 с.

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

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины представлено в программе курса, кроме того, для проведения лекций целесообразно использовать презентации, копии которых можно использовать в качестве конспектов и примеров техники программирования в разных парадигмах.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

- Аудиторный класс.
- Компьютерный класс.
- Ноутбук, мультимедиа проектор для презентаций, экран.