

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра теоретической физики

Авторы-составители: **Иванцов Андрей Олегович**
Демин Виталий Анатольевич

Рабочая программа дисциплины
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ.
Код УМК 94083

Утверждено
Протокол №6
от «08» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Численные методы в физике.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Численные методы в физике.** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.2 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Индикаторы

ОПК.2.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий

ОПК.2.2 Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями информационной безопасности

ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

ПК.2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4,5
Объем дисциплины (з.е.)	7
Объем дисциплины (ак.час.)	252
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	98
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	70
Самостоятельная работа (ак.час.)	154
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (3) Письменное контрольное мероприятие (8)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (4 триместр) Экзамен (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Основы численных методов

Входной контроль

Основы теории погрешности

Приближенные вычисления. Абсолютная и относительная погрешность

Решение нелинейных уравнений

Отделение корней. Метод половинного деления. Итерационные методы. Метод прямых итераций. Метод секущих. Метод Ньютона

Решение систем линейных алгебраических уравнений

Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Метод итераций. Метод Зейделя. Проблема сходимости методов

Интерполирование функций

Задача интерполяции и экстраполяции. Полиномы Лагранжа, Ньютона. Сплайн-интерполяция. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ

Задача поиска экстремумов функции

Экстремум функции одного переменного. Метод золотого сечения. Функции многих переменных. Покоординатный спуск. Градиентный метод. Задача оптимизации.

Численное интегрирование

Методы численного интегрирования. Метод левых и правых прямоугольников, средних прямоугольников, трапеций. Формула Симпсона. Методы Монте-Карло

Численные методы в физике

Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Задача Коши

Постановка задачи Коши для ОДУ, системы ОДУ. Метод Эйлера. Улучшенный и модифицированный метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы.

Краевые задачи

Решение краевых задач методом стрельбы. Применение методов решения задачи Коши.

Метод конечных разностей

Аппроксимация производных. Погрешность аппроксимации

Явные и неявные схемы. Невязка. Методы составления схем.

Явная и неявная разностная схема. Устойчивость и сходимость. Общие принципы численного решения задачи.

Уравнения в частных производных

Параболические уравнения

Методы решения уравнений диффузии, теплопроводности

Явная схема

Анализ устойчивости явной схемы для уравнения теплопроводности. Предельная величина шага по времени.

Неявная схема

Абсолютно устойчивые и неустойчивые схемы. Метод прогонки.

Схема Кранка-Николсона

Явно-неявные схемы с весами. Повышение порядка точности схемы.

Эллиптические уравнения

Методы решения задач стационарной теплопроводности, распределения электрического поля

Метод Либмана

Постановка задачи на уравнение Лапласа, уравнение Пуассона. Итерационные методы решения. Схема Либмана.

Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа

Ускорение сходимости метода Рундсона. Эволюционный метод

Гиперболические уравнения

Задачи о распространении волн

Схема «крест»

Формулировка краевой задачи для гиперболического уравнения. Шаблоны разностных схем. Схема "крест". Задание начальных условий. Устойчивость и сходимость. Критерий Куранта.

Неявная схема

Реализация неявных схем для волновых уравнений. Устойчивость и сходимость

Итоговое контрольное мероприятие

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - 2-е изд., перераб и доп. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 240 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0333-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/8665>

2. Пименов, В. Г. Численные методы: разностные схемы решения уравнений : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов ; под научной редакцией А. Б. Ложникова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 134 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10892-7 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1924-4 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.ura.it.ru/bcode/432208>

Дополнительная:

1. Шевцов Г. С., Крюкова О. Г., Мызникова Б. И. Численные методы линейной алгебры: учебное пособие для математических направлений и специальностей вузов / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. - Москва: Финансы и статистика, 2008, ISBN 978-5-279-03165-8. - 480.

2. Ласица, А. М. Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике. Часть 1 : конспект лекций / А. М. Ласица. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 44 с. — ISBN 978-5-8149-2483-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/78432.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://library.psu.ru/node/738> Электронные ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Численные методы в физике**. предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- компилятор языка Фортран
- компилятор языка СИ
- приложение, позволяющее строить графики функции (в том числе двумерных) по точкам, записанным в текстовом файле.
- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

Дополнительный перечень используемых информационных технологий определяется преподавателями дисциплины.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - аудитория, оснащенная индивидуальными компьютерами для студентов, а также имеющая презентационную технику (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловую (и) или маркерную доску.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная индивидуальными компьютерами для студентов.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная индивидуальными компьютерами для студентов, а также имеющая презентационную технику (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловую (и) или маркерную доску.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью

подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Численные методы в физике.**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.2

Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать основные методы решения конечно-разностных уравнений. Уметь использовать конечно-разностные аппроксимации производных. Владеть навыками поиска и реализации методов решения профессиональных задач с использованием современных информационных технологий.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основные методы решения конечно-разностных уравнений. Не умеет использовать конечно-разностные аппроксимации производных. Не владеет навыками решения профессиональных задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания основных методов решения конечно-разностных уравнений. Демонстрирует частично сформированное умение решения профессиональных задач.</p> <p align="center">Хорошо Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов решения конечно-разностных уравнений. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчёты, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет навыками решения профессиональных задач.</p> <p align="center">Отлично Сформированные систематические знания основных методов решения конечно-разностных уравнений. Сформированное умение производить расчёты конечно-разностных аппроксимаций производных. Успешное и систематическое применение навыков решения профессиональных задач.</p>
<p>ОПК.2.2 Выявляет и устраняет</p>	<p>Знает методы оценки погрешностей, методы</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает методы оценки погрешностей,</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
проблемы, связанные с нарушениями информационной безопасности	численного решения линейных и трансцендентных уравнений и их систем. Умеет реализовывать и оптимизировать программные алгоритмы метода Гаусса, Зейделя, Ньютона, простой итерации. Владеет навыками оценки погрешности вычислений, поиска алгоритмов и программных решений с соблюдением требований информационной безопасности	<p>Неудовлетворител методы численного решения линейных и трансцендентных уравнений и их систем. Не умеет реализовывать и оптимизировать программные алгоритмы метода Гаусса, Зейделя, Ньютона, простой итерации. Не владеет навыками оценки погрешности вычислений, поиска алгоритмов и программных решений с соблюдением требований информационной безопасности</p> <p>Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания методов оценки погрешностей, методов численного решения линейных и трансцендентных уравнений и их систем. Демонстрирует частично сформированное умение реализовывать и оптимизировать программные алгоритмы метода Гаусса, Зейделя, Ньютона, простой итерации. Имеет представление о приемах оценки погрешности вычислений, поиска алгоритмов и программных решений с соблюдением требований информационной безопасности</p> <p>Хорошо Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов оценки погрешностей, методов численного решения линейных и трансцендентных уравнений и их систем. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения реализовывать и оптимизировать программные алгоритмы метода Гаусса, Зейделя, Ньютона, простой итерации. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет приемами оценки погрешности вычислений, поиска алгоритмов и программных решений с соблюдением требований информационной безопасности</p> <p>Отлично Сформированные систематические знания методов оценки погрешностей, методов численного решения линейных и трансцендентных уравнений и их систем. Сформированное умение реализовывать и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>оптимизировать программные алгоритмы метода Гаусса, Зейделя, Ньютона, простой итерации. Успешное и систематическое владение приемами оценки погрешности вычислений, поиска алгоритмов и программных решений с соблюдением требований информационной безопасности</p>

ПК.1

способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>Знать методы численного исследования функций. Уметь реализовывать программные алгоритмы построения интерполяционных полиномов, приближающих функций, аппроксимационные схемы численного интегрирования. Владеть навыками численного решения задач оптимизации и поиска экстремумов функций.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает методы численного исследования функций. Не умеет реализовывать программные алгоритмы построения интерполяционных полиномов, приближающих функций, аппроксимационные схемы численного интегрирования. Не владеет навыками численного решения задач оптимизации и поиска экстремумов функций.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания методов численного исследования функций. Демонстрирует частично сформированное умение реализовывать программные алгоритмы построения интерполяционных полиномов, приближающих функций, аппроксимационные схемы численного интегрирования. Имеет представление о приемах численного решения задач оптимизации и поиска экстремумов функций.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов численного исследования функций. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения реализовывать программные алгоритмы построения интерполяционных полиномов, приближающих функций, аппроксимационные схемы численного</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>интегрирования. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет приемами численного решения задач оптимизации и поиска экстремумов функций.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания методов численного исследования функций. Сформированное умение реализовывать программные алгоритмы построения интерполяционных полиномов, приближающих функций, аппроксимационные схемы численного интегрирования. Успешное систематическое применение методов численного решения задач оптимизации и поиска экстремумов функций.</p>

ПК.2

способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>Знать методы численного решения ОДУ и их систем. Уметь формулировать физические задачи в терминах ОДУ. Владеть навыками оптимизации и реализации численных методов решения ОДУ с оценкой погрешности.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает методы численного решения ОДУ и их систем. Не умеет формулировать физические задачи в терминах ОДУ. Не владеет навыками оптимизации и реализации численных методов решения ОДУ с оценкой погрешности.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания методов численного решения ОДУ и их систем. Демонстрирует частично сформированное умение формулировать физические задачи в терминах ОДУ. Имеет представление о приемах оптимизации и реализации численных методов решения ОДУ с оценкой погрешности.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов численного решения ОДУ и их систем. В целом</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>успешные, но содержащие отдельные пробелы умения формулировать физические задачи в терминах ОДУ. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет приемами оптимизации и реализации численных методов решения ОДУ с оценкой погрешности.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания методов численного решения ОДУ и их систем. Сформированное умение формулировать физические задачи в терминах ОДУ. Успешное систематическое применение приемов оптимизации и реализации численных методов решения ОДУ с оценкой погрешности.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Навыки и элементы программирования
ОПК.2.2 Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями информационной безопасности	Решение нелинейных уравнений Письменное контрольное мероприятие	Методы теории погрешностей. Итерационные методы решения нелинейных уравнений
ОПК.2.2 Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями информационной безопасности	Решение систем линейных алгебраических уравнений Письменное контрольное мероприятие	Решение систем линейных алгебраических уравнений
ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Интерполирование функций Письменное контрольное мероприятие	Методы интерполяции
ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Задача поиска экстремумов функции Письменное контрольное мероприятие	Численные методы поиска экстремума
ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Численное интегрирование Итоговое контрольное мероприятие	Методы вычисления интегралов

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Разложение функции в ряд Тейлора	5
Основы языка программирования Си	5

Решение нелинейных уравнений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Оценка погрешностей при арифметических операциях. Правила округления	5
Метод секущих. Метод Ньютона	5
Метод прямой итерации	5
Метод половинного деления	5

Решение систем линейных алгебраических уравнений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Метод Гаусса	5
Метод Зейделя	5
Метод прямой итерации. Анализ сходимости	5
Метод тридиагональной прогонки	5

Интерполирование функций

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Метод наименьших квадратов	10
Построение итерационных полиномов	

	10

Задача поиска экстремумов функции

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Метод градиента	10
Метод покоординатного спуска	10

Численное интегрирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Схема левых и правых прямоугольников	5
Метод Монте-Карло	5
Метод Симпсона	5
Схема центральных прямоугольников. Метод трапеций	5

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
----------------------------	----------------------------------	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>Задача Коши Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Численное решение задачи Коши</p>
<p>ПК.2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>Краевые задачи Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Численное решение краевых задач</p>
<p>ОПК.2.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Схема Кранка-Николсона Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Численное решение параболических уравнений</p>
<p>ОПК.2.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Решение эллиптических уравнений</p>
<p>ОПК.2.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Неявная схема Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Решение гиперболических уравнений, Итоговое контрольное мероприятие</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p> <p>ПК.2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p>ОПК.2.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p> <p>ОПК.2.2 Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями информационной безопасности</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Задача Коши

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Метод Рунге-Кутты	8
Простые методы решения ОДУ и их систем. Метод Эйлера. Схемы второго порядка.	7

Краевые задачи

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Спектральные методы	8
Конечно-разностные методы.	7

Схема Кранка-Николсона

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Схема Кранка-Николсона	10
Явная конечно-разностная схема	5
Неявная конечно-разностная схема	5

Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Методы релаксации	10
Прямые методы	5
Схема Либмана	5

Неявная схема

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Неявная схема	10

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Теоретические основы методов приближенных вычислений	10

Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Анализ устойчивости	9
Теоретические основы методов решения ОДУ	8
Понятие об устойчивости разностных схем	7
Метод конечных разностей: принципы построения аппроксимации производных	6