

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра теоретической физики

Авторы-составители: **Демин Виталий Анатольевич
Циберкин Кирилл Борисович**

Рабочая программа дисциплины
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ЭВМ
Код УМК 64039

Утверждено
Протокол №6
от «04» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Решение задач на ЭВМ

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 **Решение задач на ЭВМ** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.2 Способен понимать принципы работы современных информационно-коммуникационных технологий и использовать их для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности

Индикаторы

ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПК.2 Способен 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

Индикаторы

ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Решение задач на ЭВМ.Первый семестр

Базовые численные методы

Обзор наиболее распространённых численных методов для решения различных математических и физических задач.

Основные элементы программирования

Обзор современных языков программирования, применяемых в сфере математического моделирования, и программных средств разработки.

Основные элементы и операторы языка FORTRAN-90. Типы данных. Работа с данными. Работа с массивами. Работа с файлами. Функции и процедуры. Создание модулей и библиотек подпрограмм.

Вычисление определителя произвольного порядка. Метод Гаусса

Метод Гаусса (метод последовательного исключения неизвестных) для решения систем линейных алгебраических уравнений. Прямой и обратный ход метода. Применение метода к вычислению определителей произвольного порядка.

Методы решения нелинейных уравнений

Итерационные методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод половинного деления. Метод секущих. Метод Ньютона. Метод итераций. Условия сходимости. Преимущества и недостатки. Методы решения систем нелинейных уравнений. Метод итераций, метод Ньютона. Приведение к задачам минимизации.

Многомерный метод секущих. Расчетные формулы. Проблема начального приближения. Критерии точности получаемого приближения. Оценки абсолютной и относительной погрешности, рекомендации к использованию. Проблема начального приближения. Формирование начального приближения по методу Гаусса.

Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Метод Эйлера. Расчетная сетка. Равномерные и неравномерные сетки. Формирование приближения для приращения функции. Порядок метода. Алгоритм метода. Усовершенствование метода Эйлера. Метод Рунге-Кутты-Мерсона. Расчетные формулы метода 4 порядка точности для случая одного уравнения. Оценка Мерсона для абсолютной погрешности интегрирования. Использование метода для определения величины шага интегрирования. Стратегия гибкого изменения величины шага интегрирования. Формирование шага вблизи границы интервала интегрирования. Возможности оценки относительной погрешности интегрирования. Обобщение метода на случай системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Норма вектора погрешностей. Метод Рунге-Кутты-Фельдберга. Сравнение с методом Рунге-Кутты-Мерсона.

Методы вычисления определённых интегралов

Квадратурные формулы. Метод левых и правых прямоугольников. Метод средних прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Метод 3/8. Квадратурные формулы Чебышёва, Лежандра-Гаусса. Метод Монте-Карло. Интегрирование несобственных интегралов.

Методы решения краевых задач

Численные и полуаналитические методы решения сложных задач на собственные значения в различных областях физики и математики, задач теории устойчивости, гидродинамики.

Краевые задачи. Задачи на собственные значения.

Общие краевые задачи и задачи на собственные значения.

Приложение краевых задач в физике: теории гидродинамической устойчивости, квантовой теории. Приведение краевой задачи к задаче Коши для векторов решений.

Метод стрельбы с ортогонализацией решений в промежуточных точках

Метод стрельбы (метод построения фундаментальной системы решений). Характеристический определитель как функция собственных значений и параметров краевой задачи. Жесткие системы дифференциальных уравнений. Рост погрешностей. Идея ортогонализации векторов решений. Ортогонализация по методу Грама-Шмидта, ее достоинства и недостатки. Частичная ортогонализация по методу Бириха-Рудакова.

Метод дифференциальной прогонки.

Метод дифференциальной прогонки. Получение уравнения для прогоночной матрицы. Получение характеристического определителя. Стыковка в промежуточных точках интервала интегрирования. Стыковка, как способ упрощения зависимости характеристического определителя от собственных значений и параметров краевой задачи. Нелинейный вариант метода.

Проекционные методы. Метод Галёркина

Приближённые методы решения задач на собственные значения. Метод Галёркина. Метод коллокации. Метод Ритца для вариационных задач. Применение к задачам гидродинамики, квантовой механики.

Исследование устойчивости методом сеток

Метод сеток. Конечно-разностные аппроксимации производных. Понятие об устойчивости конечно-разностных схем. Различные конечно-разностные схемы. Пример решения одномерной нестационарной задачи теплопроводности.

Пакеты аналитических вычислений

Обзор возможностей современных программных пакетов аналитических вычислений.

Базовые алгебраические вычисления

Базовые команды пакета Maple. Алгебраические вычисления, встроенные алгебраические функции. Работа с массивами, матрицами и векторами. Базовые команды построения графиков.

Команды преобразования выражений

Команды оперирования выражениями. Упрощение, факторизация, выделение отдельных операторов, множителей и коэффициентов.

Пакеты построения графики

Расширенные команды построения графики. Опции команды plot. Пакет plots. Построение двумерных и трёхмерных графиков, карт уровня, векторных полей и др. Команды анимации.

Решение задач линейной алгебры

Пакет LinearAlgebra, пакет linalg. Команды работы с матрицами, определителями, системами линейных уравнений. Вычисление собственных чисел и собственных векторов матриц.

Решение дифференциальных уравнений

Пакеты DEtools, PDEtools. Аналитическое и численное решения дифференциальных уравнений. Задание начальных и граничных

условий. Построение графиков решения, фазовых портретов, полей направления.

Векторные и тензорные вычисления

Пакет VectorCalculus.

Команды работы с векторами и тензорами. Определение системы координат, переходы между различными системами. Преобразования векторов. Операции с векторами и тензорами.

Специальные функции

Команды вызова специальных функций. Ортогональные полиномы, цилиндрические и сферические функции. Другие функции.

Обучающие и специализированные пакеты

Пакеты Student. Обучающие команды, пошаговое исполнение.

Применение вычислительных технологий в научной работе

Обзор разнообразных современных вычислительных технологий и программных пакетов, применяемых в научной работе для визуализации, статистической обработки данных, математических расчётов и обработки текстов.

Математические библиотеки

Основные библиотеки математических функций для современных компиляторов. IMSL, MKL.

Визуализация данных

Обзор программных пакетов для визуализации научных данных. Grapher, Surfer, Origin, SciDavis, GNUplot.

Статистические методы обработки данных

Обзор статистических методов обработки экспериментальных данных.

Погрешность прямых и косвенных измерений. Стандартное отклонение. Дисперсия.

Корреляционный анализ. Корреляция Пирсона, корреляция Спирмена.

Проверка статистических гипотез. Доверительный интервал. Понятие выборки. Параметрические и непараметрические критерии. Критерии значимости. Критерии согласия.

Спектральный анализ экспериментальных данных. Фурье-спектр. Оконное Фурье-преобразование.

Вейвлет-анализ.

Регрессионные модели.

Программные пакеты и языки для статистического анализа данных.

Основы параллельных вычислений

Системы параллельных вычислений. Системы с разделённой и общей памятью. Программирование на графических процессорах.

Основные программные технологии параллельных вычислений: MPI, OpenMP, CUDA, OpenACC.

Проекты распределённых вычислений.

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. Лобов Н. И., Любимов Д. В., Любимова Т. П. Решение задач на ЭВМ: учебно-методическое пособие предназначено для студентов старших курсов и аспирантов, специализирующихся по теоретической физике и гидродинамике/Н. И. Лобов, Д. В. Любимов, Т. П. Любимова.-Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0812-X.-82.-Библиогр.: с. 80 - 81
2. Лобов Н. И., Любимов Д. В., Любимова Т. П. Решение задач на ЭВМ: учебно-методическое пособие/Н. И. Лобов, Д. В. Любимов, Т. П. Любимова.-Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1890-3.-1.
<http://www.campus.psu.ru/library/node/19447>

Дополнительная:

1. Королев А. Л. Компьютерное моделирование: лабораторный практикум/А. Л. Королев.- Москва: БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2012, ISBN 978-5-9963-0270-3.-230.-Библиогр.: с. 223-228
2. Полосков И. Е. Решение задач в курсах дифференциальных уравнений с использованием компьютерных систем аналитических вычислений: методическое пособие/И. Е. Полосков.- Пермь: ПГУ, 2007, ISBN 5-7944-1001-9.-116.-Библиогр.: с. 111-114
3. Основы работы с научным текст-процессором LATEX2 ϵ : методическое пособие по курсу практической информатики/Министерство образования Российской Федерации, Пермский государственный университет, Научно-образовательный центр "Неравновесные переходы в сплошных средах".-Пермь, 2003.-68.-Библиогр. в конце глав

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

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

<https://elis.psu.ru/> Электронная библиотечная система ELiS

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

Образовательный процесс по дисциплине **Решение задач на ЭВМ** 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:

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».
- компилятор gfortran языка FORTRAN;
- графический пакет GNUplot;
- пакет аналитических вычислений Maxima;
- программный пакет верстки текстов MikTeX.

Дополнительный перечень используемых информационных технологий и программного обеспечения определяется читающими курс преподавателями.

При освоении материала и выполнения 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 работ - компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и компьютерной техникой с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и компьютерной техникой с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

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 компьютерами 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
Решение задач на ЭВМ**

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

ОПК.2

Способен понимать принципы работы современных информационно-коммуникационных технологий и использовать их для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>Знать основные численные методы решения математических и физических задач. Уметь реализовывать алгоритмы в виде программ на языках программирования, анализировать ошибки и проводить оптимизацию с опорой на информационные и библиографические базы. Владеть навыками применения численных методов к решению задач с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные численные методы решения математических и физических задач. Не умеет реализовывать алгоритмы в виде программ на языках программирования, анализировать ошибки и проводить оптимизацию. Не владеет навыками применения численных методов к решению задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания численных методы решения математических и физических задач. Демонстрирует частично сформированное умение производить расчёты, реализовывать алгоритмы в виде программ, давать интерпретацию результатов. Имеет представление о применении численных методов к решению задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания численных методов решения математических и физических задач. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить расчёты, реализовывать алгоритмы в виде программ, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. Владет навыками применения численных методов, но с отдельными пробелами.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания численных методов решения математических и физических задач.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированное умение производить расчёты, реализовывать алгоритмы в виде программ, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. Успешное и систематическое применение численных методов.</p>

ПК.2

Способен 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.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов</p>	<p>Знать: приемы и методы исследования физических задач, подготовки отчётов, статистических методов анализа данных. Уметь: применять на практике методы численного исследования физических задач, статистических методов анализа данных, готовить отчёты об исследованиях. Владеть: приемами и методами численного исследования физических задач, навыками подготовкой отчётов, навыками применения статистических методов анализа данных.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает приемы и методы исследования физических задач, подготовки отчётов, статистических методов анализа данных. Не умеет применять на практике методы численного исследования физических задач, статистических методов анализа данных, готовить отчёты об исследованиях. Не владеет приемами и методами численного исследования физических задач, навыками подготовки отчётов, навыками применения статистических методов анализа данных.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания приемов и методов исследования физических задач, подготовки отчётов, статистических методов анализа данных. Демонстрирует частично сформированное умение применять на практике методы численного исследования физических задач, статистических методов анализа данных, готовить отчёты об исследованиях. Имеет представление о приемах и методах численного исследования физических задач, навыками подготовки отчётов, навыками применения статистических методов анализа данных.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом успешные, но содержащие</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>отдельные пробелы умения применять на практике методы исследования физических задач, статистических методов анализа данных, готовить отчёты об исследованиях. Успешно, но с отдельными пробелами владеет основными приемами и методами численного исследования физических задач, навыками подготовки отчётов, навыками применения статистических методов анализа данных.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания приемов и методов исследования физических задач, подготовки отчётов, статистических методов анализа данных. Сформированное умение производить расчёты, применять на практике методы численного исследования физических задач, статистических методов анализа данных, готовить отчёты об исследованиях. Успешное и систематическое применение приемов и методов численного исследования физических задач, навыков подготовки отчётов, навыков применения статистических методов анализа данных.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Основные элементы программирования Входное тестирование	Базовые навыки алгоритмизации и программирования
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Исследование устойчивости методом сеток Письменное контрольное мероприятие	основные численные методы решения краевых задач и задач на собственные значения, методы исследования задач устойчивости.
ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов	Обучающие и специализированные пакеты Письменное контрольное мероприятие	Умение использовать программные пакеты аналитических вычислений для решения математических и физических задач.
	Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие	Владение навыками численного исследования физических задач, подготовки отчётов, статистических методов анализа данных

Спецификация мероприятий текущего контроля

Основные элементы программирования

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Работа с файлами	4
Использование ветвлений	3
Использование циклов	3

Исследование устойчивости методом сеток

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание принципа и навыки реализации метода Галёркина.	9
Знание метода стрельбы и принципа ортогонализации решений.	8
Знание метода дифференциальной прогонки.	7
Базовые представления об исследовании устойчивости методом сеток.	6

Обучающие и специализированные пакеты

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение решать алгебраические уравнения и системы уравнений с использованием программных пакетов аналитических вычислений	9
Умение визуализировать результаты исследований с использованием программных пакетов аналитических вычислений	8
Умение решать интегралы и дифференциальные уравнения с использованием программных пакетов аналитических вычислений	7
Знание основных программных пакетов аналитических вычислений	6

Итоговый контроль

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Владение приемами решения физических и математических задач в программных пакетах аналитических вычислений.	10
Знание метода дифференциальной прогонки для решения краевых задач и его применение к исследованию задач теории гидродинамической и конвективной устойчивости.	9
Знание метода стрельбы для решения краевых задач и его применение к исследованию задач теории гидродинамической и конвективной устойчивости.	8
Знание основ программирования, алгоритмизации, владение навыками использования численных методов для исследования физических и математических задач.	7
Знание и владение методами статистического анализа данных, приемами визуализации данных, подготовки отчётов об исследованиях.	6