

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

**Кафедра вычислительной и экспериментальной механики**

Авторы-составители: **Терпугов Виктор Николаевич**

Рабочая программа дисциплины  
**МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ**  
Код УМК 95790

Утверждено  
Протокол №6  
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Методы вычислений

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Специальность: **01.05.01** Фундаментальные математика и механика  
направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Методы вычислений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.05.01** Фундаментальные математика и механика (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.1** Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.2** Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	9,10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	7
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	252
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	98
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	154
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (10)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (9 триместр) Экзамен (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Методы вычислений [для механиков]**

Изучаются методы построения расчетных алгоритмов для различных прикладных задач, а также способы исследования свойств построенных численных алгоритмов и результатов численных решений.

#### **Методы вычислений. Часть 1.**

В части 1 учебного курса "Методы вычислений" изучаются следующие разделы классических численных методов математики: теория погрешностей, теория аппроксимации и интерполяции, численное интегрирование и численное дифференцирование, методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений, методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения проблемы собственных значений и методы решения задачи Коши.

#### **Тема 1. Современное вычислительное моделирование и численные методы математики.**

Студентам дается представление о современном состоянии дел в вычислительном моделировании фундаментальных и прикладных задач.

#### **Тема 2. Теория погрешностей.**

Обсуждаются виды погрешностей, возникающих при численном решении прикладных задач, способы их исследования и оценки.

#### **Тема 3. Аппроксимация, интерполяция, численное интегрирование и дифференцирование.**

Обсуждаются основные идеи и методы аппроксимации и интерполяции, а также численное интегрирование и дифференцирование.

#### **Тема 4. Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.**

Изучаются методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.

#### **Тема 5. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

Изучаются методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

#### **Тема 6. Методы решения проблемы собственных значений.**

Изучаются методы решения задач определения собственных значений и собственных векторов.

#### **Тема 7. Методы решения задачи Коши.**

Изучаются некоторые методы решения задачи Коши.

#### **Метод Эйлера и его модификации.**

Изучается классический метод Эйлера и его модификации.

#### **Методы типа Рунге-Кутта**

Изучается самая распространенная группа методов решения задачи Коши: методы Рунге-Кутта.

#### **Методы оценки погрешностей**

Изучаются способы оценки погрешностей численных методов решения задачи Коши.

#### **Контрольное занятие части 1.**

Контрольное занятие (тест) части 1 учебного курса "Методы вычислений".

#### **Методы вычислений. Часть 2.**

Вторая часть учебного курса "Методы вычислений" посвящена изучению основных аспектов применения метода конечных разностей, а также знакомству с проекционно-сеточными методами (вариационные методы) и с методами оптимизации.

### **Тема 8. Метод конечных разностей (МКР).**

Изучается метод конечных разностей (МКР) - одна из основных математических технологий построения численных расчетных алгоритмов для решения прикладных задач.

#### **Метод конечных разностей: общие идеи.**

Формулируются общие идеи метода конечных разностей.

#### **МКР для ОДУ и метод прогонки решения СЛАУ в МКР.**

Обсуждается особенность построения МКР для обыкновенных дифференциальных уравнений.

#### **Простейшие задачи уравнений математической физики и реализация МКР для них.**

Приводятся простейшие задачи уравнений математической физики и описывается реализация МКР для них.

#### **МКР для уравнения колебаний струны.**

Обсуждается применение МКР для уравнений гиперболического типа на примере уравнения колебаний струны.

#### **МКР для уравнения теплопроводности.**

Обсуждается применение МКР для уравнений параболического типа на примере уравнения теплопроводности.

#### **МКР для решения уравнения Лапласа.**

Обсуждается применение МКР для уравнений эллиптического типа на примере уравнения Лапласа.

#### **Задача исследования разностных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость.**

Обсуждается задача исследования разностных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость.

### **Тема 9. Вариационные (ПСМ - проекционно-сеточные методы) методы.**

Обсуждаются вариационные (современное название: проекционно-сеточные) методы и особенности способов построения расчетных алгоритмов на их основе.

### **Тема 10. Методы оптимизации.**

Обсуждаются некоторые численные алгоритмы оптимизации.

### **Итоговое контрольное занятие части 1 и части 2.**

Итоговое контрольное занятие части 1 и части 2 (тест).

## **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. Численные методы дифференциальных уравнений: студ. практикум / ред. Н. С. Бахвалов. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 88.
2. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/431961>

### Дополнительная:

1. Численные методы и их применение / ред.: А. Д. Ляшко, Е. В. Ермолин. - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1983. - 160.
2. Терпугов В. Н., Вертгейм И. И. Современные численные методы механики деформируемого твердого тела. Основы технологии метода конечных элементов: учебно-методическое пособие / В. Н. Терпугов, И. И. Вертгейм. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1909-2, 2-е изд.. - 1. <https://elis.psu.ru/node/189715>
3. Численные методы линейной алгебры: [Сб. ст.] / МГУ им. М. В. Ломоносова, Фак. вычисл. математики и кибернетики. - М.: Изд-во МГУ, 1982. - 112. - Библиогр. в конце ст.
4. Численные методы в механике жидкостей / ред. О. М. Белоцерковский ; пер.: П. П. Корявов, П. И. Чушкин. - Москва: Мир, 1973. - 304.

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ  
<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам  
<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

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

Образовательный процесс по дисциплине **Методы вычислений** 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.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice»;
- Ansys.

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 практических занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

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 - аудитория, оснащенная 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 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  
Методы вычислений**

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

**ОПК.1**

**Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач</p>	<p>Изучение видов погрешностей численных методов, методов их оценок. Обучение пониманию проблем аппроксимации и интерполяции, численного интегрирования и дифференцирования, а также численным методам их решения. Обучение пониманию особенностей построения вычислительных формул и алгоритмов для нелинейных задач и основным методам решения нелинейных задач. Обучение методам решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) для вычислительного моделирования, способам их алгоритмизации и программирования на современных ЭВМ. Обучение применения знаний основных разделов математики для построения расчетных схем и алгоритмов для решения задач на собственные значения. Обучение применению знаний основных разделов математики для построения расчетных схем и алгоритмов для решения задачи Коши, в частности методы типа Рунге-Кутты. Обучение применению метода конечных разностей для гиперболических,</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основных погрешностей в численных методах. Не умеет строить оценки погрешностей. Нет практических навыков решения прикладных задач с учетом различных погрешностей.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Не четко знает основные погрешности в численных методах. Не умеет строить оценки погрешностей. Имеет слабые практические навыки решения прикладных задач с учетом различных погрешностей.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Четко знает основные погрешности в численных методах. Умеет, возможно с некоторыми ошибками, строить оценки погрешностей. Имеет основные практические навыки решения прикладных задач с учетом различных погрешностей.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Четко знает основные погрешности в численных методах. Умеет, возможно с недочетами, строить оценки погрешностей. Имеет все основные практические навыки решения прикладных задач с учетом различных погрешностей.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
	параболических и эллиптических уравнений, а также способам исследования конечно-разностных уравнений.	

## 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 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Тема 2. Теория погрешностей. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Контролируется понимание студентом видов погрешностей при решении задачи численным методом и способов их оценки.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Тема 3. Аппроксимация, интерполяция, численное интегрирование и дифференцирование. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Понимание проблем аппроксимации и интерполяции, численного интегрирования и дифференцирования, а также численных методов их решения.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Тема 4. Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Понимание особенности построения вычислительных формул и алгоритмов для нелинейных задач. Знает основные методы решения нелинейных задач и умеет их применять для решения прикладных нелинейных задач.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Тема 5. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Понимает выдающуюся роль методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) для вычислительного моделирования. Знает основные методы решения СЛАУ, способы их алгоритмизации и программирования на современных ЭВМ.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Тема 6. Методы решения проблемы собственных значений. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Понимание проблемы собственных значений и знание методов её решения.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Методы типа Рунге-Кутта <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Понимание задачи Коши и знание методов её решения.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Контрольное занятие части 1. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Проверяется знание всех изученных в триместре разделов курса численные методы (тест).

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Тема 2. Теория погрешностей.**

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

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

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

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Не знает правил выполнения операций с погрешностями.	4
Не понимает способов управления погрешностью метода	3
Не знает видов погрешностей.	3

#### **Тема 3. Аппроксимация, интерполяция, численное интегрирование и дифференцирование.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **6 часа**

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

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

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Понимание проблем численного дифференцирования, а также численных методов их решения.	4
Понимание проблем аппроксимации и интерполяции, а также численных методов их решения.	3
Понимание проблем численного интегрирования, а также численных методов их решения.	3

#### **Тема 4. Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.**

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

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

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

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные идеи численных методов для решения нелинейных задач.	4
Знает основные приемы управления сходимостью при итерационном решении нелинейных задач.	3
Знает основные методы решения нелинейных задач.	3

### **Тема 5. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).**

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

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

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

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Хорошо понимает метод Гаусса и его варианты.	4
Знает основные методы решения СЛАУ.	3
Знает зависимость методов решения СЛАУ от свойств матрицы.	3

### **Тема 6. Методы решения проблемы собственных значений.**

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

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

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

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Знание методов решения проблемы собственных значений.	4
Умение оценивать найденные собственные значения.	3
Понимание проблемы собственных значений.	3

### **Методы типа Рунге-Кутта**

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

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

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

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Знание методов решения задачи Коши.	4
Умение оценивать полученное численное решение.	3
Понимание задачи Коши.	3

### **Контрольное занятие части 1.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **10 часа**

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет строить задачу вычислительного моделирования на основе конкретных численных методов (алгоритмов).	20
Хорошо понимает необходимость сходимости численных методов и способы оценки точности и сходимости изученных методов.	10
Знает основные формулы изученных численных методов.	10

**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 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	МКР для уравнения колебаний струны. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Проверяется умение применять метод конечных разностей для гиперболических уравнений.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	МКР для уравнения теплопроводности. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Проверяется умение применять метод конечных разностей для параболических уравнений
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	МКР для решения уравнения Лапласа. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Проверяется умение применять метод конечных разностей для решения эллиптических уравнений.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Задача исследования разностных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание способов исследования конечно-разностных уравнений.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Итоговое контрольное занятие части 1 и части 2. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Проверяется знание всех изученных в учебном курсе (два триместра) разделов курса численные методы (тест).

### Спецификация мероприятий текущего контроля

### **МКР для уравнения колебаний струны.**

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

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

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

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание основных видов разностных формул для гиперболических уравнений.	5
Умение решать полученное разностное уравнения для гиперболических уравнений.	5
Знание способов исследование разностных формул для гиперболических уравнений.	5

### **МКР для уравнения теплопроводности.**

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

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

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

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание основных разностных отношений для параболических уравнений.	5
Умение решать разностные уравнения для параболических уравнений.	5
Знание способов исследования разностных отношений для параболических уравнений.	5

### **МКР для решения уравнения Лапласа.**

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

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

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

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание особенностей построения и применения метода конечных разностей для решения эллиптических уравнений.	5
Знание прогонки.	5
Знание способов оценки разностных отношений для решения эллиптических уравнений.	5

### **Задача исследования разностных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость.**

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

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

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

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание способов исследования конечно-разностных уравнений. на устойчивость	5
Знание способов исследования конечно-разностных уравнений точность и др.	5
Знание способов исследования конечно-разностных уравнений на сходимость.	5

## **Итоговое контрольное занятие части 1 и части 2.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **10 часа**

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание основных формул изученных численных методов	15
Знание основных приемов исследования численных решений: сходимость, точность и т.д.	10
Знание основных приемов исследования численных методов и умение применять .	10
Общее понимание вычислительного моделирования с помощью численных методов.	5