

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
БАЛАШОВСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)



**Рабочая программа дисциплины**

**Интервальная математика и надежные вычисления**

Направление подготовки  
**44.03.01 Педагогическое образование**

Профиль подготовки  
**Информатика**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Балашов 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>3</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>3</b>
Планируемые результаты обучения по дисциплине .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
4.1. Объем дисциплины.....	4
4.2. Содержание дисциплины.....	4
4.3. Структура дисциплины .....	4
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
5.1. Основные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины .....	6
5.2. Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины .....	6
5.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	6
5.4. Программное обеспечение, применяемое при изучении дисциплины..	6
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>6</b>
6.1. Самостоятельная работа студентов по дисциплине .....	7
6.1.1. Тематика практических занятий .....	7
6.1.2. Выполнение контрольной работы .....	8
6.2. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	10
6.2.1. Оценочные средства для промежуточной аттестации .....	10
Объекты оценивания, критерии, шкалы .....	10
Оценочные средства (задания для студентов).....	10
Методические материалы для оценивания .....	11
6.2.2. Оценочные средства для текущего контроля .....	14
<b>7. ДАННЫЕ ДЛЯ УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В БАРС.....</b>	<b>15</b>
<b>8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
Литература по курсу .....	16
Основная литература.....	16
Дополнительная литература .....	16
Интернет-ресурсы .....	17
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины – углубление общей профессиональной культуры будущего учителя в рамках формирования общекультурной компетенции ОК-3: способности использовать естественно-научные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве.

Теории погрешностей в школе уделяется значительное внимание. Грамотный специалист, связанный с обработкой данных, полученных из эксперимента, должен иметь представление о причинах возникновения погрешностей при организации расчетов на компьютере и о методах получения надежного результата. Данный курс позволит студентам осознать важность интервального подхода и на практике убедиться в надежности интервальных вычислений.

Локальными целями освоения данной дисциплины являются:

- овладение основными фактами, идеями и методами интервального анализа на примерах приближенного вычисления интегралов, решения дифференциальных уравнений, решения систем уравнений;
- знакомство с новой технологией научных вычислений с гарантированными двусторонними оценками искомого результата в случае невозможности получения точного значения;
- знакомство со стандартом на научные вычисления, требующего получения двусторонних гарантированных границ;
- развитие способности применять методы интервального анализа в научных исследованиях.

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

Дисциплина относится к вариативной части Блока «Дисциплины (модули)», является дисциплиной по выбору и изучается в 8-9 семестрах.

Изучение дисциплины «Интервальная математика и надежные вычисления» опирается на дисциплины «Математический анализ», «Алгебра», «Геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Основы математической обработки информации», «Информационные технологии», «Численные методы».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины «Интервальная математика и надежные вычисления» направлен на формирование следующих компетенций:

общекультурных (ОК):

- способность использовать естественно-научные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве (ОК-3).

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **В категории «УМЕТЬ»:**

- (ОК-3) – П – У 1: Студент умеет соотносить актуальные вопросы современной общественной жизни, проблемы воспитания и образования, проблемы профильных наук с положениями изучаемых дисциплин и комментировать эти проблемы, опираясь на понятийно-терминологический аппарат естествознания и математики.
- (ОК-3) – П У 2: Студент способен использовать математические методы обработки информации для решения стандартных задач в предметной области (в соответствии с профилем подготовки).

## **4. Содержание и структура дисциплины**

### **4.1. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, из них: 12 часов контактной работы (6 часов лекций, 6 часов практических занятий), 56 часов СРС, 4 часа на зачет. Дисциплина изучается в 8-9 семестрах, в 9 семестре предусмотрен зачет и контрольная работа.

### **4.2. Содержание дисциплины**

#### **1. ВВЕДЕНИЕ В ИНТЕРВАЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Интервальные модели неопределенности в математике и прикладных науках. Представление вещественных чисел машинными. Примеры ненадежных вычислений. Машинная локализация чисел и множеств. Интервальные и традиционные вычисления. Элементарная теория погрешностей. Локализуемые множества и действия над ними. Интервальные функции. Интервальные продолжения. Операции интервальной арифметики как интервальные продолжения арифметических действий. Законы интервальной арифметики. Субдистрибутивность. Интервальные продолжения числовых функций. Интервальные расширения. Минимальные машинные интервальные расширения. Постулируемые свойства машинной арифметики. Формат машинных чисел. Случаи абсолютно точной арифметики. Инструментальная погрешность. Сохранение монотонности машинными арифметическими операциями. Надежность операции сравнения чисел. Вариант реализации интервальной вычислительной системы. Стандартные интервальные процедуры типа «приближенное минимальное расширение + мажоризация». Организация интервальных процедур. Составление программ.

2. ДВУСТОРОННЕЕ РЕШЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЗАДАЧ. Построение таблицы функции. Построение таблицы экранных значений и их коррекция. Пересечение результатов. Примеры интервальной реализации ненадежных алгоритмов. Вычитание близких значений. Неустойчивость рекуррент-

ных вычислений. Функции размытого аргумента. Внешние и внутренние оценки. Возможность уточнения оценок экстремумов. Интервальные векторы и матрицы. Система линейных алгебраических уравнений с интервальными коэффициентами (ИСЛАУ). Двусторонняя реализация решения системы линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Пример Райхмана. Итерационные методы решения ИСЛАУ. Интегрирование непрерывных функций. Интегрирование интервальных функций. Явные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.

3. ПРОБЛЕМА ГРУБОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО ИНТЕРВАЛЬНО РАСЧЕТА. Эффект однократности вхождения аргумента. Ширина локализирующего отрезка и точность интервального расчета. Интервальное условие Липшица. Примеры теоретического анализа точности интервального расчета. Точность внешней и внутренней оценки множества значений функции. Проблема уточнения композиционного интервального расширения. Монотонность по включению в одномерном и многомерном случаях. Использование пересечений. Совмещение интервального расчета с другими видами вычислений.

### 4.3. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Се мес тр	Неде ля се мес тра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего часов	Лекции	Практическая работа	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в интервальную организацию вычислений	8		16	1	1	14	
2	Двустороннее решение элементарных задач	8-9		35	4	5	26	
3	Проблема грубости композиционного интервального расчета	9		17	1	0	16	Контрольная работа
	Всего			68	6	6	56	
	Промежуточная аттестация	Всего 72 ч.						Зачет в 9 семестре, 4 ч., Контрольная работа в 9 семестре

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

### **5.1. Основные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины**

- Технология развития критического мышления и проблемного обучения (реализуется при решении учебных задач проблемного характера).
- Технология контекстного обучения – обучение в контексте профессии (реализуется в учебных заданиях, учитывающих специфику направления и профиля подготовки).
- Технология интерактивного обучения (реализуется в форме учебных заданий, предполагающих взаимодействие обучающихся, использование активных форм обратной связи).

### **5.2. Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья предполагается использование при организации образовательной деятельности адаптивных образовательных технологий в соответствии с условиями, изложенными в ОПОП (раздел 9 «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья»), в частности: предоставление специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, и т. п. – в соответствии с индивидуальными особенностями обучающихся.

При наличии среди обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья в раздел «Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины» рабочей программы вносятся необходимые уточнения в соответствии с «Положением об организации образовательного процесса, психолого-педагогического сопровождения, социализации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся в СГУ» (П 8.20.11–2015).

### **5.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- Использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет (см. перечень ресурсов в п. 9 настоящей программы).
- Использование прикладных компьютерных программ по профилю подготовки.

### **5.4. Программное обеспечение, применяемое при изучении дисциплины**

1. Средства Microsoft Office

- Microsoft Office Word – текстовый редактор;
- Microsoft Office Excel – табличный редактор.
- 2. Free pascal – свободно распространяемый язык программирования высокого уровня.
- 3. ИРБИС – система автоматизации библиотек.
- 4. Электронная среда создания, редактирования и проведения тестов CyberTest.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **6.1. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

##### *6.1.1. Тематика практических занятий*

1. Операции интервальной арифметики. Построение таблицы функции. Интервальный метод Ньютона.
2. Построение объединенного множества решений интервальной системы алгебраических уравнений. Решение ИСЛАУ методом Гаусса. Решение ИСЛАУ методом итераций.
3. Решение задачи Коши методом Эйлера. Двусторонняя реализация вычисления определенного интеграла.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Проведите вычисления с использованием операций интервальной арифметики и правил теории погрешностей. Сделайте вывод:

$$[4; 6] \cdot [3, 5; 3, 7] - \frac{[2, 1; 2, 7]}{[2; 4]}.$$

2. Вычислите, используя направленное округление в вычислительной системе с тремя знаками после запятой:

$$[-4; 6, 78] \cdot [3, 53; 3, 721] - \frac{[-2; 7]}{[1, 2; 4, 1]}.$$

3. Для данного значения аргумента и данной функции предложите несколько схем вычисления значений функции и проведите расчеты. Сравните результаты. Сделайте вывод. Например,

$$x = [-1; 3], \quad f(x) = x^5 - 3x^2 + x - 1.$$

$$4. \quad x = [2, 7; 3], \quad f(x) = x + \sin x.$$

5. Найти все решения уравнения  $f(x) = 0$  интервальным методом Ньютона на указанном интервале:

$$x \in [-3; 4], \quad f(x) = x^4 - 12x^3 + 47x^2 - 60x.$$

6. Построить объединенное множество решений интервальной системы линейных алгебраических уравнений и найти его интервальную оболочку. Например,

$$\begin{cases} [2; 4]x_1 + [-2; 0]x_2 = [-2; 2], \\ [-1; 0]x_1 + [2; 4]x_2 = [-2; 2]. \end{cases}$$

7. Решить интервальную систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и сравнить найденное решение с полученной на предыдущем занятии интервальной оболочкой:

$$\begin{cases} [2; 4]x_1 + [-2; 0]x_2 = [-2; 2], \\ [-1; 0]x_1 + [2; 4]x_2 = [-2; 2]. \end{cases}$$

8. Решить интервальную систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и сравнить найденное решение с полученной на предыдущем занятии интервальной оболочкой:

$$\begin{pmatrix} [5; 5] & [-2; 0] & [-1; 0] \\ [-2; 0] & [10; 10] & [-3; -1] \\ [-2; -1] & [-4; -2] & [10; 10] \end{pmatrix} \cdot x = \begin{pmatrix} [-2; 2] \\ [-5; 5] \\ [0; 0] \end{pmatrix}.$$

9. Привести интервальную систему линейных алгебраических уравнений к виду, удобному для итераций, и решить ее интервальным методом итераций и методом Зейделя. Сравнить найденное решение с полученной предварительно интервальной оболочкой:

$$\begin{cases} [2; 4]x_1 + [-2; 0]x_2 = [-2; 2], \\ [-1; 0]x_1 + [2; 4]x_2 = [-2; 2]. \end{cases}$$

10. Решить задачу Коши в обычной и в интервальной постановке методом Эйлера. Сравнить результаты:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = x^2 y - x, & x \in [0; 2], \quad h = 0, 2; \quad h = 0, 5. \\ y(0) \in [-2; 2], \end{cases}$$

11. Дать интервальную оценку значению интеграла  $\int_0^2 \sin 3x dx$ .

### 6.1.2. Выполнение контрольной работы

Контрольная работа

Демонстрационный вариант

1. Вычислить, используя направленное округление, в интервальной вычислительной системе с тремя знаками после запятой, и традиционным способом:

$$[-4; 6, 78] \cdot [3, 53; 3, 721] - \frac{[-2; 7]}{[1, 2; 4, 1]}.$$



2. Построить объединенное множество решений интервальной системы линейных алгебраических уравнений и найти его интервальную оболочку:

$$\begin{cases} [2; 4]x_1 + [-2; 0]x_2 = [-2; 2], \\ [-1; 0]x_1 + [2; 4]x_2 = [-2; 2]. \end{cases}$$

3. Локализовать ОМР данной ИСЛАУ итерационным методом.

4. Задания по организации интервальных вычислений и реализации основных численных методов в интервальной интерпретации

1) Используя определение интервальных арифметических операций, организовать процедуры реализации интервальных арифметических операций и составить программу на паскале вычисления значения данного рационального выражения:  $[4; 6] \cdot [3, 5; 3, 7] - \frac{[2, 1; 2, 7]}{[2; 4]}$ .

2) Используя процедуры интервальных арифметических операций с направленным округлением, составить программу на паскале получения таблицы функции, указанной преподавателем, с заданным шагом на заданном промежутке.

3) Используя процедуры интервальных арифметических операций с направленным округлением, пересечения локализующих множеств, составить программу на паскале реализации интервального метода для нахождения корней уравнения  $f_i(x) = 0$  на указанном промежутке:

$$x \in [-3; 8], \quad f_1(x) = x^4 - 12x^3 + 47x^2 - 60x, \quad f_2(x) = f_1(x) + 24, \quad f_3(x) = f_1(x) + 24, 1.$$

4) Используя процедуры интервальных арифметических операций с направленным округлением, составить программу на паскале решения ИСЛАУ методом итераций и методом Зейделя.

$$\begin{pmatrix} [5; 5] & [-2; 0] & [-1; 0] \\ [-2; 0] & [10; 10] & [-3; -1] \\ [-2; -1] & [-4; -2] & [10; 10] \end{pmatrix} \cdot x = \begin{pmatrix} [-2; 2] \\ [-5; 5] \\ [0; 0] \end{pmatrix}.$$

4) Используя процедуры интервальных арифметических операций с направленным округлением, решить задачу Коши в обычной и в интервальной постановке методом Эйлера методом двойной аппроксимации. Сравнить результаты.

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = x^2 y - x, & x \in [0; 2], \quad h = 0, 01; \quad h = 0, 0001. \\ y(0) \in [-2; 2], \end{cases}$$

Контрольная работа проводится в запланированное время, предоставляется до проведения зачета и предназначена для оценки умений, приобретенных в процессе теоретических и практических занятий курса и самостоятельной работы студента. Оценивается в 40 баллов.

Оценка за контрольную работу выставляется в соответствии со следующими критериями:

- оценка «отлично» — 80-100% правильно решенных заданий;
- оценка «хорошо» — 65-79% правильно решенных заданий;
- оценка «удовлетворительно» — 50 -64% правильно решенных заданий;
- оценка «неудовлетворительно» — 49% и менее правильно решенных заданий.

## 6.2. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости по дисциплине

### 6.2.1. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Объекты оценивания, критерии, шкалы

Объектом оценивания в процессе текущего контроля и промежуточной аттестации становится достижение запланированных результатов обучения, выраженных в виде дескрипций для каждого показателя сформированности компетенции.

**Уровень освоения компетенции (ОК-3) – II:** Способен создать собственный информационный ресурс с использованием полученной естественно-научной и математической подготовки.

Показатели сформированности	Дескрипции				
	1	2	3	4	5
<b>(ОК-3) – II – У 1</b> Студент умеет соотносить актуальные вопросы современной общественной жизни, проблемы воспитания и образования, проблемы профильных наук с положениями изучаемых дисциплин и комментировать эти проблемы, опираясь на понятийно-терминологический аппарат естествознания и математики.	Не понимает сущности предложенной для обсуждения проблемы.	Понимает сущность предложенной для обсуждения проблемы, но не может соотнести ее с проблематикой изучаемого курса.	Способен при обсуждении предложенной проблемы соотнести ее с положениями изучаемых наук. Комментирует проблему, используя предложенные преподавателем понятия и термины.	Способен обсуждать предложенную проблему, соотнести ее с положениями изучаемых наук и прокомментировать, используя понятийно-терминологический аппарат науки.	На основе изучения литературы или наблюдений над общественной практикой может выделить и сформулировать проблему, соотнести ее с положениями изучаемых наук и прокомментировать/
<b>(ОК-3) – II – У 2</b> Студент способен использовать математические методы обработки информации для решения	Не владеет математическими методами и не применяет их.	Испытывает серьезные трудности в применении математических методов решения задач.	Способен с помощью преподавателя решать несложные задачи с применением простейших методов.	Способен корректно и самостоятельно решить задачу, поставленную преподавателем, с использованием ре-	Способен соотнести задачу из предметной области с теми или иными методами обработки информации, самостоятельно

стандартных задач в предметной области (в соответствии с профилем подготовки).				комендованного метода.	выбрать способ действия и корректно решить задачу.
--	--	--	--	------------------------	--

### Оценочные средства (задания для студентов)

Задание проверяет сформированность следующих показателей.

**(ОК-3) – П – У 1, (ОК-3) – П – У 2.**

В рамках данной дисциплины в результате освоения обучающийся должен конкретно

**уметь:**

- строить интервальные продолжения функций;
- выполнять операции интервальной арифметики как интервальные продолжения арифметических действий;
- использовать законы интервальной арифметики;
- получать минимальные машинные интервальные расширения;
- реализовывать интервальную вычислительную систему на каком-либо языке программирования;
- реализовывать ненадежные алгоритмы в интервальной интерпретации;
- решать интервальные системы линейных алгебраических уравнений;
- находить значение определенного интеграла с двусторонней оценкой;
- находить решение задачи Коши с двусторонней оценкой;
- использовать пересечение оценок для уточнения;
- совмещать интервальный расчет с другими видами вычислений;
- использовать в процессе обучения данной дисциплине разнообразные ресурсы, в том числе потенциал других учебных предметов;
- использовать современное ППО для автоматизации расчетов и проведения компьютерного эксперимента в области интервального анализа;
- использовать в процессе обучения данной дисциплине разнообразные ресурсы, в том числе потенциал других учебных предметов;
- ориентироваться в профессиональных источниках информации (в том числе журналах, сайтах, образовательных порталах);
- пользоваться различными средствами коммуникации;
- совершенствовать профессиональные знания и умения путем использования образовательной среды БИ СГУ, региона, области, страны.

Зачет проводится в форме теста. При подготовке к тесту студент может опираться на список контрольных вопросов по курсу и демонстрационный вариант теста.

#### Контрольные вопросы по курсу

1. Интервальные модели неопределенности в математике и прикладных науках.
2. Представление вещественных чисел машинными.

3. Примеры ненадежных вычислений.
4. Машинная локализация чисел и множеств.
5. Локализирующие множества и действия над ними.
6. Интервальные функции. Интервальные продолжения.
7. Операции интервальной арифметики как интервальные продолжения арифметических действий.
8. Законы интервальной арифметики.
9. Интервальные продолжения числовых функций.
10. Интервальные расширения. Минимальные машинные интервальные расширения.
11. Постулируемые свойства машинной арифметики. Формат машинных чисел.
12. Случаи абсолютно точной арифметики. Инструментальная погрешность.
13. Сохранение монотонности машинными арифметическими операциями.
14. Реализация интервальной вычислительной системы. Стандартные интервальные процедуры типа «приближенное минимальное расширение + мажоризация».
15. Организация интервальных процедур. Составление программ.
16. Построение таблицы функции.
17. Пересечение результатов.
18. Пример интервальной реализации ненадежных алгоритмов: вычитание близких значений.
19. Пример интервальной реализации ненадежных алгоритмов: неустойчивость рекуррентных вычислений.
20. Функции размытого аргумента. Внешние и внутренние оценки. Возможность уточнения оценок экстремумов.
21. Построение ОМР ИСЛАУ.
22. Двусторонняя реализация решения системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
23. Двусторонняя реализация решения системы линейных алгебраических уравнений итерационным методом.
24. Эффект однократности вхождения аргумента. Ширина локализирующего отрезка и точность интервального расчета.
25. Интервальное условие Липшица.
26. Примеры теоретического анализа точности интервального расчета. Точность внешней и внутренней оценки множества значений функции.
27. Проблема уточнения композиционного интервального расширения.
28. Монотонность по включению в одномерном и многомерном случаях. Использование пересечений.
29. Совмещение интервального расчета с другими видами вычислений.
30. Вычислительные системы и среды со встроенными интервальными процедурами.

Демонстрационный вариант теста

1. Известно, что размеры прямоугольной комнаты, измеренные с помощью рулетки с делениями по 1 см, равны 10,09 м и 5,21 м. Площадь комнаты, записанная со всеми верными цифрами и одной запасной, выраженная в  $\text{м}^2$ , равна

- 1) 52,5689            2) 52,6            3) 53            4) 52,57

2. Пусть  $c = a + b$ , и приближённое число  $c = 23,58$  записано со всеми верными цифрами. Предельная абсолютная погрешность  $\Delta_a$  числа  $a$  равна 0,001. Тогда предельная абсолютная погрешность  $\Delta_b$  числа  $b$  не может быть больше ...

- 1) 0,004            2) 0,009            3) 0,001            4) 0,005

3. Пусть  $c = a - b$ , и приближённое число  $c = 103,8$  записано со всеми верными цифрами. Предельная абсолютная погрешность  $\Delta_b$  числа  $b$  равна 0,001. Тогда в записи приближенного числа  $a = 231,45897$  количество верных цифр не менее ...

- 1) 8            2) 5            3) 6            4) 4

4. Числа 0,273, 2,73, 27,3, 273 выражают в метрах длину листа бумаги, высоту комнаты, длину спортивного зала и расстояние между двумя автобусными остановками соответственно и записаны только с верными цифрами. Какое измерение произведено более качественно?

- 1) Все одинаково            2) Первое            3) Четвёртое  
4) Первое и третье

5. Сумма  $[-3; 5] + [-8; -2]$  равна

- 1)  $[-3; 5] \cup [-8; -2]$             2)  $[-11; 3]$             3)  $[-8; 5]$             4)  $[-3; -2]$

6. Произведение  $[-3; 5] \cdot [-8; -2]$  равно

- 1)  $[-3; 5] \cup [-8; -2]$             2)  $[-11; 3]$             3)  $[-40; 24]$             4)  $[24; -10]$

7. Частное  $[-3; 5] : [-8; -2]$

- 1) равно  $[-2,5; 0,375]$             2) не определено  
3) равно  $[-40; 24]$             4)  $[-2,5; 1,5]$

8. Интервальное решение уравнения  $[1; 2]x + [2; 5] = [7; 21]$  равно

- 1)  $[5; 8]$             2)  $[-3; 5]$             3)  $[2; 9,5]$             4)  $[1; 19]$

9. Решение уравнения  $[1; 2]x + [2; 5] = [7; 21]$ , найденное методом исключения, равно

- 1)  $[5; 8]$             2)  $[-3; 5]$             3)  $[2; 9,5]$             4)  $[1; 19]$

10. Объединенное множество решений уравнения  $[1; 2]x + [2; 5] = [7; 21]$  равно
- 1)  $[5; 8]$                       2)  $[-3; 5]$                       3)  $[2; 9,5]$                       4)  $[1; 19]$

#### Методические рекомендации по выполнению теста

Контрольно-измерительные материалы проверяют умения студента. Тестовые задания направлены на применение усвоенных ранее знаний в типовых ситуациях. При установлении нормы трудности заданий учитывалась форма ТЗ (закрытая, сопоставление), длина последовательности умозаключений для получения окончательного ответа. Компьютерное тестирование представляет собой интерактивное выполнение теста с выбором ответа или вводом ответа в диалоге с компьютером в учебных компьютерных классах. Число вариантов ответов на каждое задание — не менее 4-х. Рекомендуемое число заданий в тестовом варианте (индивидуально формируемом случайным образом комплекте вопросов) — не менее 10 и не более 25 заданий. Продолжительность сеанса тестирования — не более 90 минут. Рекомендуемое число различных вариантов каждого вопроса — не менее 3-х.

#### Методические материалы для оценивания

Оценивание достижений студента осуществляется на основе шкал, представленных в п. «Объекты оценивания, критерии, шкалы» данного раздела.

На основании принятой в СГУ имени Н. Г. Чернышевского балльно-рейтинговой системы учета достижений студента (БАРС) полученные баллы вносятся в рейтинговую таблицу студента в графу «Промежуточная аттестация».

#### Методическое обеспечение

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ прав. ответа	2	1	4	1	2	3	4	1	3	4

Контролирующий тест оценивается от 0 до 40 баллов. Процент правильно выполненных заданий теста умножается на 40. Студенты получают оценки:

- оценка «отлично» — 80-100% правильно решенных заданий;
- оценка «хорошо» — 65-79% правильно решенных заданий;
- оценка «удовлетворительно» — 50 -64% правильно решенных заданий;
- оценка «неудовлетворительно» — 49% и менее правильно решенных заданий.

#### 6.2.2. Оценочные средства для текущего контроля

В связи с принятой в СГУ имени Н. Г. Чернышевского балльно-рейтинговой системой учета достижений студента (БАРС) баллы полученные в ходе текущего контроля, распределяются по группам:

- лекции;

- лабораторные занятия;
- практические занятия;
- самостоятельная работа;
- автоматизированное тестирование;
- другие виды учебной деятельности.

В рамках данной дисциплины лабораторные занятия и автоматизированное тестирование не предусмотрены.

1. Посещение **лекций** – от 0 до 7 баллов.

2. Посещение **практических занятий** выполнение программы занятий – от 0 до 8 баллов. Учитывается: активность студента на занятии, включая активность при работе у доски, опросах, дискуссиях.

Тематику практических занятий см. в разделе 6.1.1.

3. **Самостоятельная работа:**

1) Контрольная работа (от 0 до 40 баллов). (Демоверсию контрольной работы, методические указания и критерии оценивания см. в разделе 6.1.2).

4. **Другие виды учебной деятельности:** успешное проведения исследовательской работы в рамках дисциплины, участие в предметных олимпиадах, кружках (от 0 до 5 баллов).

Таблица оценивания

Объекты оценивания	
Успешное проведения исследовательской работы в рамках дисциплины	От 0 до 2 баллов
Успешное участие в предметных олимпиадах	От 0 до 2 баллов
Участие в кружках	От 0 до 1 балла
<b>Всего от 0 до 5 баллов</b>	

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	3	0	3	0	0	0	0	6
9	4	0	5	40	0	5	40	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 8 семестр

##### Лекции

От 0 до 3 баллов за семестр.

##### Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

##### Практические занятия

От 0 до 3 баллов за семестр.

##### Самостоятельная работа

Не оценивается.

**Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены.

**Промежуточная аттестация**

Не предусмотрена.

**9 семестр**

**Лекции**

От 0 до 4 баллов за семестр.

**Лабораторные занятия**

Не предусмотрены.

**Практические занятия**

От 0 до 5 баллов за семестр.

**Самостоятельная работа**

1. Контрольная работа — от 0 до 40 баллов.

**Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности**

От 0 до 5 баллов за семестр.

**Промежуточная аттестация**

От 0 до 40 баллов.

**Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в зачет**

51-100 баллов	«зачтено»
0-50 баллов	«не зачтено»

**8. Учебно-методическое и информационное  
обеспечение дисциплины**

**Литература по курсу**

**Основная литература**

1. Интервальная математика и надежные вычисления [Электронный ресурс] : метод. указания / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чер-



нышевского", Балаш. ин-т (фил.) ; авт.-сост. М. А. Ляшко. - Балашов : [Б. и.], 2011. - 14 с. – Режим доступа: [http://library.sgu.ru/uch\\_lit/473.pdf](http://library.sgu.ru/uch_lit/473.pdf) . – Загл. с экрана.

#### Дополнительная литература

1. Алефельд, Г. Введение в интервальные вычисления [Текст] : Пер. с англ. / Г. Алефельд, Ю. Херцбергер. – М.: Мир, 1987. – 360 с.
2. Двусторонние численные методы [Текст] / Б. С. Добронев, В. В. Шайдуров. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. – 208 с.
3. Жолен, Л. Прикладной интервальный анализ [Текст] / Л. Жолен, М. Кифер, О. Дидри, Э. Вальтер. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. – 468 с.
4. Калмыков, С. А. Методы интервально анализа [Текст] / С. А. Калмыков, Ю. И. Шокин, З.Х. Юлдашев. – Новосибирск: Наука, 1986. – 224 с.
5. Кулиш, У. Достоверные вычисления. Базовые численные методы [Текст] / У. Кулиш, Д. Рац, Р. Хаммер, М. Хокс. Пер. с англ. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 496 с. – (Компьютерные математические вычисления).
6. Меньшиков, Г.Г. Интервальный анализ и методы вычислений [Текст] : конспект лекций. Выпуски 1-9 / Г. Г. Меньшиков. – С.-Петербург: Из-во СПбГУ, 1996 - 99.

#### Интернет-ресурсы

1. **Интервальный анализ и его приложения** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nsc.ru/interval/> Этот веб-сайт содержит информацию и ссылки по различным аспектам интервального анализа и его приложений внутри самой математики и на практике. Разделы сайта «Программное обеспечение», «Электронная библиотека», «Научная жизнь», «Образование», «Приложения», «Интерактивный решатель» содержат все необходимое для освоения данной дисциплины и решения прикладных задач с нечеткими входными данными.
2. **Образовательный математический сайт** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.exponenta.ru> Содержит материалы по работе с математическими пакетами Mathcad, MATLAB, Mathematical Maple и др., методические разработки, примеры решения задач, выполненные с использованием математических пакетов. Форум и консультации для студентов и школьников.
3. **Электронная библиотека СГУ** [Электронный ресурс]. – URL: <http://library.sgu.ru/>

#### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Библиотека с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях.

- Стандартно оборудованная лекционная аудитория № 35 для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, интерактивная доска, компьютер, обычная доска, пластиковая доска.
- Компьютерные классы с доступом к сети Интернет (аудитории №№ 24, 25).
- Офисная оргтехника.

Рабочая программа дисциплины «Интервальная математика и надежные вычисления» составлена в 2015 году и актуализирована в 2017 году в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование», уровень бакалавриата (утвержден приказом Минобрнауки № 1426 от 04.12.2015, зарегистрирована Минюстом РФ 11.01.2016 г., рег. номер 40536).

Программа одобрена кафедрой математики (протокол № 1 от «31» августа 2017 года).

Автор:

к. ф.-м. н. доцент

Ляшко М.А.

Зав.кафедрой математики

к.п.н. доцент

Фурлетова О.А.

Декан факультета МЭИ

к.п.н. доцент

Кертанова В.В.