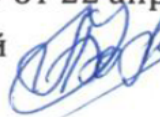


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО "БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Утверждено:*

на заседании кафедры ИТиКМ  
протокол № 9 от 22 апреля 2020 г.

Зав. кафедрой

 А.М. Болотнов

*Согласовано:*

Председатель УМК  
ФМ и ИТ

 А.М. Ефимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*дисциплина*

**Интервальный анализ в информационных технологиях**

*часть, формируемая участниками образовательных отношений*

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

*Направление подготовки (специальность):*

09.03.03 — Прикладная информатика

*Направленность (профиль) подготовки:*

"Информационные и вычислительные технологии"

*Квалификация — бакалавр*

Разработчик: \_\_\_\_\_



Болотнов А.М.

Для приема: 2020 г.

Уфа – 2020

Составитель: доктор физико-математических наук, профессор кафедры информационных технологий и компьютерной математики, Болотнов А.М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол № 9 от 22 апреля 2020 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## СПИСОК ДОКУМЕНТОВ И МАТЕРИАЛОВ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) .....	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине.....	6
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.....	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.....	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины.....	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	15
Приложение 1 .....	16
Приложение 2.....	20

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С  
УСТАНОВЛЕННЫМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ  
КОМПЕТЕНЦИЙ**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1: Способность проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.	ПК-1.1. Знает принципы проведения научных исследований; существующие методы обработки информации и анализа полученных результатов.	Демонстрирует знания основных методов интервального анализа.
ПК-1.2. Умеет проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.		Решает практические задачи с использованием инструментария интервального анализа.	
ПК-1.3. Владеет навыками проведения исследований под научным руководством в конкретной области профессиональной деятельности.		Имеет практический опыт применения инструментария интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.	
	ПК-2: Способность использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов конкретных математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.	ПК-2.1. Знает современные методы разработки алгоритмов, математические модели, языки программирования и пакеты прикладных программ.	Демонстрирует знания методов разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием методов интервального анализа на базе языков программирования.
ПК-2.2. Умеет разрабатывать алгоритмы математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.		Реализует методы и алгоритмы решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	
ПК-2.3. Владеет навыками разработки и алгоритмов на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.		Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	

## 2. ЦЕЛЬ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина "Интервальный анализ в информационных технологиях" относится к обязательной части (части, формируемая участниками образовательных отношений), дисциплины по выбору. Б1.В.ДВ.04.01.

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 09.03.03 — *Прикладная информатика*, дисциплина изучается по дневной форме обучения на 4 курсе в 7 семестре: по заочной форме обучения — на 4 курсе.

Целью изучения курса "Интервальный анализ в информационных технологиях" является изучение студентами основных методов интервального анализа и интервальных вычислений с использованием современных систем и компиляторов для актуальных языков программирования; формирование у студентов практических навыков разработки программ с интервальными параметрами; освоения приемов программирования интервальных операций и функций.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в результате освоения студентами предшествующих дисциплин образовательной программы по направлению подготовки 09.03.03 — *Прикладная информатика*: Дискретная математика; Информатика и программирование; Программная инженерия; Вычислительные методы и программирование.

Общие требования к входным знаниям, умениям и навыкам студентов:

1) студенты обладают опытом обучения, необходимым для усвоения знаний, навыков и умений по данной дисциплине, а также для получения дальнейшего образования;

2) соответствие общекультурных и профессиональных знаний, умений и навыков предшествующего процесса освоения образовательной программы требованиям основной образовательной программы по направлению подготовки *Прикладная Информатика*;

3) студенты знают, понимают и способны применять на практике основные положения и сущность разделов предшествующих дисциплин, посвященных вопросам осуществления профессиональной деятельности.

Бакалавр по направлению подготовки 09.03.03 — *Прикладная информатика* готовится к научно-исследовательской и производственно-технологической видам деятельности, связанным с использованием основ прикладной математики, методов программирования, информационно-коммуникационных технологий и автоматизированных систем управления.

Дисциплина "Интервальный анализ в информационных технологиях" связана общими формируемыми компетенциями с дисциплинами:

- Выполнение и защита выпускной квалификационной работы;
- Имитационное моделирование;
- Информатика и программирование. Практикум;
- Информационные технологии. Практикум;
- Кроссплатформенные приложения;
- Математические методы принятия решений;
- Машинное обучение и анализ данных;
- Методы граничных элементов и их приложения;
- Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);
- Научно-исследовательская работа;

- Нейроинформатика;
- Нечеткая логика;
- Параллельные вычисления;
- Производственная практика;
- Технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Учебная практика;
- Численные методы решения задач для ОДУ;
- Численные методы решения задач линейной алгебры;
- Численные методы решения экстремальных задач.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ (ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ, ТИПЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ)

*Содержание рабочей программы представлено в Приложении 1*

### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-1** — Способность проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		Не удовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-1.1. Знает принципы проведения научных исследований; существующие методы обработки информации и анализа полученных результатов.	Демонстрирует знания основных методов интервального анализа.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных методах интервального анализа.	Неполные представления об основных методах интервального анализа.	Сформированные, но содержащие отдельные проблемы представления об основных методах интервального анализа.	Сформированные систематические представления об основных методах интервального анализа.
ПК-1.2. Умеет проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.	Решает практические задачи с использованием инструментария интервального анализа.	Отсутствие умений или фрагментарные умения решать практические задачи с использованием инструментария интервального анализа.	В целом успешное, но не систематическое умение решать практические задачи с использованием инструментария интервального анализа.	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы, умение решать практические задачи с использованием инструментария интервального анализа.	Сформированное умение решать практические задачи с использованием инструментария интервального анализа.
ПК-1.3. Владеет навыками	Имеет практический	Отсутствие или фрагмен-	В целом успешное, но не	В целом успешное, но со-	Успешное и систематичес-

проведения исследований под научным руководством в конкретной области профессиональной деятельности.	опыт применения инструментария интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.	тарное применение инструментария интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.	систематическое применение инструментария интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.	держательные отдельные проблемы применения инструментария интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.	кое применение инструментария интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.
------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ПК-2** — Способность использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов конкретных математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		Не удовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-2.1. Знает современные методы разработки алгоритмов, математические модели, языки программирования и пакеты прикладных программ.	Демонстрирует знания методов разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием методов интервального анализа на базе языков программирования.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления о методах разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием методов интервального анализа на базе языков программирования.	Неполные представления о методах разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием методов интервального анализа на базе языков программирования.	Сформированные, но содержащие отдельные проблемы представления о методах разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием методов интервального анализа на базе языков программирования.	Сформированные систематические представления о методах разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием методов интервального анализа на базе языков программирования.
ПК-2.2. Умеет разрабатывать алгоритмы математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.	Реализует методы и алгоритмы решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	Отсутствие умений или фрагментарные умения реализовывать с помощью языков программирования методы и алгоритмы решения задач с использованием инструментария интервального анализа.	В целом успешное, но не систематическое умение реализовывать с помощью языков программирования методы и алгоритмы решения задач с использованием инструментария интервального анализа.	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы, умение применять и реализовывать с помощью языков программирования методы и алгоритмы решения задач с использованием инструментария интервального анализа.	Сформированное умение реализовывать с помощью языков программирования методы и алгоритмы решения задач с использованием инструментария интервального анализа.
ПК-2.3. Владеет навыками разработки и реализации алгоритмов	Имеет практический опыт разработки и реализации ал-	Отсутствие или фрагментарное применение навыков разра-	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы приме-	Успешное и систематическое применение навыков реализации

решения задач на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.	алгоритмов решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	ботки и реализации алгоритмов решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	реализации алгоритмов решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	нение навыков реализации алгоритмов решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.	алгоритмов решения задач с использованием инструментария интервального анализа на базе языков программирования.
------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.**

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>
ПК-1.1. Знает принципы проведения научных исследований; существующие методы обработки информации и анализа полученных результатов.	Демонстрирует знания об основных методах применения интервального анализа.	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
ПК-1.2. Умеет проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.	Решает практические задачи с использованием методов и свойств интервальных операций и интервального анализа.	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
ПК-1.3. Владеет навыками проведения исследований под научным руководством в конкретной области профессиональной деятельности.	Имеет практический опыт применения свойств интервальных операций и интервального анализа в конкретной области профессиональной деятельности.	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
ПК-2.1. Знает современные методы разработки алгоритмов, математические модели, языки программирования и пакеты прикладных программ.	Демонстрирует знания методов разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием интервальных операций и функций на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
ПК-2.2. Умеет разрабатывать алгоритмы математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.	Реализует методы решения задач с использованием интервальных вычислений на базе языков программирования.	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
ПК-2.3. Владеет навыками разработки и реализации алгоритмов на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.	Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов решения задач с использованием интервальных вычислений на базе языков программирования.	Лабораторные работы; реферат; экзамен.

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане



дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкала оценивания для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

*Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 2*

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Структура экзаменационного билета: 3 вопроса. Первый вопрос — теоретический, второй и третий вопросы — практические.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА

1. Интервальные операции в арифметических выражениях.
2. Интервальные продолжения и интервальные расширения функций.
3. Двусторонние решения элементарных задач.
4. Двусторонние реализации прямых методов линейной алгебры.
5. Интервальное условие Липшица.
6. Интервализация приближенных формул.
7. Интервализованные составные квадратуры.
8. Вычисления собственных и несобственных интегралов.
9. Интервальные итерационные процессы.
10. Локализирующие множества и действия над ними.
11. Основные теоремы о композициях.
12. Оценки множеств значений и глобальная экстремизация функций.
13. Понятия и свойства, применяемые в теоретическом анализе точности интервальных вычислений.
14. Интервализация функций, заданных приближенным выражением с информацией об остаточном члене.
15. Интервальное расширение функции одного аргумента.
16. Двухходовой алгоритм суммирования числового ряда.
17. Интерполирование степенными полиномами с равноотстоящими узлами.
18. Проблема исследования функций машинными средствами.
19. Композиционное численное дифференцирование.
20. Локализирующее вычисление интегралов. Квадратурные формулы.
21. Квадратуры с весом. Сравнение различных квадратур.
22. Приближение функции по конечному множеству ее значений.
23. Векторные и матричные функции.
24. Интервализация ньютоновских итерационных процессов.
25. Поиск решений систем уравнений с интервальными коэффициентами.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Направление подготовки 09.03.03 - Прикладная информатика  
Дисциплина *Интервальный анализ в информационных технологиях*  
7 сем. 20\_\_-\_\_ учебного года

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

1. Итерационные процессы и системы уравнений в алгоритмах обработки изображений.
2. Вычислить выражение  $\frac{2X + 3Y}{4X - Y}$  при  $X = [1,3]$ ,  $Y = [-2,-1]$ .
3. Определить множество допустимых значений для интервала  $X = [x_1, x_2]$ , и найти интервальное расширение функции  $8 - 9X + \cos(X - 3)$ .

*Зав. Кафедрой*

*А.М. Болотнов*

Перевод оценки из 100-балльной шкалы в четырех-балльную производится следующим образом:

- «отлично» — от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- «хорошо» — от 60 до 79 баллов;
- «удовлетворительно» — от 45 до 59 баллов;
- «неудовлетворительно» — менее 45 баллов.

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ (В БАЛЛАХ)**

**25 – 30 баллов** выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

**17 – 24 баллов** выставляется студенту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

**10 – 16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

**1 – 10 баллов** выставляется студенту, если его ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

ПРИМЕРЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1.

Программная реализация интервальных расширений функций.

1. Разработать библиотеку интервальных операций и функций.
2. Для произвольного  $X = [x_1, x_2]$  найти интервальное расширение функции:

1	$1 + 6X - 6X^2 + 2X^3$	10	$-2 + 3X - 2X^2 + X^3$	19	$2 + 2X - 3X^2 + X^3$
2	$2 + 3X - 3X^2 + X^3$	11	$-3 + 3X - 6X^2 + 2X^3$	20	$4 - 2X + 3X^2 - 2X^3$
3	$3 + 4X - 4X^2 + 2X^3$	12	$1 + 6X + 7X^3$	21	$1 + 6X - 6X^2 + 2X^3$
4	$2 + X - 3X^2 + X^3$	13	$-1 - 6X + 6X^2 - 2X^3$	22	$7 - 3X - 4X^2 + X^3$
5	$-1 + 3X - 3X^2 + X^3$	14	$2 - 3X + 3X^2 - X^3$	23	$9 + X + 2X^2 - 3X^3$
6	$-2 + X - X^2 + 2X^3$	15	$3 - 4X + 4X^2 - 2X^3$	24	$6 - 3X + 6X^2 - 4X^3$
7	$5 - 2X + X^2 - 2X^3$	16	$2 - X + 3X^2 - X^3$	25	$4 + 2X - 5X^2 + 3X^3$
8	$3 + X - 2X^2 + X^3$	17	$4 + 3X - 2X^2 + X^3$	26	$8 - 5X + 3X^2 + X^3$
9	$1 - 3X + 3X^2$	18	$5 - 4X + X^3$	27	$7 + 3X^2 - 2X^3$

За отчёт по лабораторной работе № 1 выставляется:

- 10 баллов, если работа выполнена без замечаний и в указанный срок;
- 8 баллов, если по работе имеются несущественные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 1 неделю;
- 6 балла, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 2 недели.

Лабораторная работа № 2.

Программная реализация алгоритма табулирования интервальных функций.

Для заданного  $N$  построить таблицу значений интервальной функции на отрезке  $[a, b]$  с заданным радиусом  $R$  и шагом  $h = \frac{b-a}{N-1}$ .

1	$1 + 2X - (X + 3)^2$	10	$7 - 4X + \sqrt{X + 3}$	19	$3 - 4X + \exp(X + 2)$
2	$2 + 3X - \ln(X + 4)$	11	$7 + 8X - \operatorname{tg}(X + 1)$	20	$2 + 3X - (X + 4)^2$
3	$3 + 4X + \operatorname{th}(X - 5)$	12	$3 - 2X + \exp(X - 2)$	21	$5 - X + \operatorname{tg}(X - 1)$
4	$4 + 5X - (X + 6)^2$	13	$4 - 3X + \sqrt{X + 2}$	22	$8 - 5X + \ln(X - 5)$
5	$5 + 6X - \exp(X + 1)$	14	$2 - 3X + (X - 2)^3$	23	$3 - 2X + (X - 3)^2$
6	$-2 + X - \ln(X + 1)$	15	$3 - 4X + X^4$	24	$9 + 3X - \sqrt{X - 7}$
7	$2 - 3X - \operatorname{tg}(X - 2)$	16	$2 - 5X + \exp(X - 2)$	25	$4 - 3X + \ln(X - 5)$
8	$4 - 2X + (X - 3)^3$	17	$4 + 2X - \ln(X + 3)$	26	$2 + 3X - \exp(X - 1)$
9	$4 + 5X - (X + 6)^2$	18	$9 - 10X + \sqrt{X + 2}$	27	$8 - 5X + \ln(X - 5)$

За отчёт по лабораторной работе № 2 выставляется:

- 10 баллов, если работа выполнена без замечаний и в указанный срок;
- 8 баллов, если по работе имеются несущественные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 1 неделю;

- 6 балла, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 2 недели.

*Рубежный контроль. Лабораторная работа № 3.*

*Программная реализация алгоритмов обработки интервальных векторов и матриц.*

Симметричная матрица  $A(5 \times 5)$  и вектор  $b$  заданы соотношениями:

$$a_{ij} = 0.01 \times N + \ln(i + j), \quad a_{ij} = a_{ji}, \quad a_{ii} = 31 + N \times \sin(i), \quad b_i = \frac{12 \times N}{\ln(6+i)},$$

где  $N$  – номер варианта. Радиусы интервальных коэффициентов матрицы  $A$  и вектора  $b$  равны 0.01. Умножить матрицу на вектор. Интервальный вектор результатов вывести в формате "середина-радиус".

*За отчёт по рубежному контролю № 1 (лаб. Раб. № 3) выставляется:*

- 15 баллов, если работа выполнена без замечаний и в указанный срок;
- 12 баллов, если по работе имеются несущественные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 1 неделю;
- 9 баллов, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 2 недели.

*Лабораторная работа № 4.*

*Алгоритмы упорядочивания одномерных интервальных массивов.*

Одномерный интервальный массив  $A$  состоит из  $N$  элементов  $[a.l, a.r]$ , значения которых определяются формулами:

$$a_i = \sin(V + i), \quad a.l_i = a_i - rad, \quad a.r_i = a_i + rad, \quad i = 1, \dots, N;$$

$$rad = 10^{-3}; \quad V — \text{номер варианта.}$$

1. Вычислить сумму элементов массива  $S_1$  при  $N = 100$ .
2. Упорядочить массив по возрастанию, используя "сортировку обмeнами".
3. Вычислить сумму элементов упорядоченного массива  $S_2$ .
4. Выполнить 1. 2. 3. для базовых действительных типов: float и double.

*За отчёт по лабораторной работе № 4 выставляется:*

- 10 баллов, если работа выполнена без замечаний и в указанный срок;
- 8 баллов, если по работе имеются несущественные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 1 неделю;
- 6 баллов, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 2 недели.

*Лабораторная работа № 5.*

*Программная реализация метода прогонки для численного решения интервальных систем линейных алгебраических уравнений с 3-диагональной матрицей.*

Коэффициенты матрицы и вектора правой части заданы соотношениями:

$$A_i = 0.3 \times \frac{\sin(i)}{V}; \quad i = 2, \dots, M, \quad \text{— нижняя диагональ};$$

$$B_i = 10 \times V + \frac{i}{V}; \quad i = 1, \dots, M, \quad \text{— главная диагональ};$$

$$C_i = 0.4 \times \frac{\cos(i)}{V}; \quad i = 1, \dots, M - 1, \quad \text{— верхняя диагональ};$$

$$D_i = 1.3 + \frac{i}{V}; \quad i = 1, \dots, M, \quad \text{— вектор правой части};$$

$$A, B, C, D.l_i = A, B, C, D_i - \delta; \quad A, B, C, D.r_i = A, B, C, D_i + \delta;$$

$\delta = 0.01$ ;  $V$  — номер варианта;  
 $M = 10$  (полный вывод),  $M = 2000000$  (вывод 5 значений, начиная с заданного)

За отчёт по лабораторной работе № 4 выставляется:

- 10 баллов, если работа выполнена без замечаний и в указанный срок;
- 8 баллов, если по работе имеются несущественные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 1 неделю;
- 6 баллов, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 2 недели.

*Рубежный контроль. Лабораторная работа № 6.*

Программная реализация метода Гаусса для решения интервальных СЛАУ  $Ax = b$ .

$$A_{ij} = 0.01 \times V + \sin(i - j); \quad i, j = 1, \dots, N; \quad i \neq j;$$

$$A_{ii} = 31 + \frac{\sin(i)}{V}; \quad B_i = 10 \times \cos(i + V); \quad i = 1, \dots, M;$$

Радиус интервалов  $\delta = 0.01$ ;  $V$  — номер варианта.

Результаты вывести в текстовый файл:

- Интервальные матрица  $A$  и вектор  $b$  (:8:4);
- Инт. треугольная матрица и вектор (:8:4);
- Инт. вектор  $X$  и вектор невязки (:10:6).

За отчёт по рубежному контролю № 2 (лаб. раб. № 6) выставляется:

- 15 баллов, если работа выполнена без замечаний и в указанный срок;
- 12 баллов, если по работе имеются несущественные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 1 неделю;
- 9 баллов, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания, или работа сдана позже указанного срока более чем на 2 недели.

#### ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к занятиям и выполнении зачетных заданий с использованием рекомендованной учебно-методической литературы. В качестве дополнительных заданий предлагаются темы рефератов:

- Интервальная арифметика.
- Комплексная интервальная арифметика (прямоугольники).
- Комплексная интервальная арифметика (круги).
- Обобщения и расширения интервальной арифметики.
- Операции над интервальными векторами и матрицами.
- Алгоритмы интегрирования интервальных функций.
- Интервальные расширения функций.
- Итерационные методы решения нелинейных интервальных уравнений.
- О применимости метода Гаусса к интервальным СЛАУ.
- Метод прогонки для решения ИСЛАУ с 3-диагональной матрицей.
- Метод прогонки для циклических матриц.
- Итерационные методы решения ИСЛАУ.
- Методы релаксации.

- Метод со взятием пересечения на каждом шаге.
- Решение нелинейных интервальных уравнений итерационными методами.
- Интегрирование интервальных функций.

*За выполненный реферат выставляется:*

- 10 баллов, если по содержанию реферата нет замечаний;
- 8 баллов, если по содержанию реферата имеются несущественные замечания;
- 6 баллов, если по содержанию реферата имеются существенные замечания.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Добронец Б.С. Интервальная математика. Красноярск: Издательство КГУ, 2004.  
<http://www.nsc.ru/interval/Library/InteBooks/InteMath.pdf>
2. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. Новосибирск: XYZ. 2018.  
<http://www.nsc.ru/interval/?page=Library/InteBooks>

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

3. Батчер М., Фарина М. Go на практике. Издательство "ДМК Пресс". 2017. 374 с.  
<https://e.lanbook.com/book/97351?category=1557>
4. Болотнов А.М. Разработка программных приложений в среде BlackBox: учебное пособие. Издательство "Лань". 2018. 144 с.  
<https://e.lanbook.com/book/109615?category=1557>
5. Мэйерс С. Эффективное использование C++. 55 верных способов улучшить структуру и код ваших программ. Издательство "ДМК Пресс". 2008. 300 с.  
<https://e.lanbook.com/book/1245?category=1557>
6. Саммерфильд М. Программирование на Go. Разработка приложений XXI века. Издательство "ДМК Пресс". 2013. 580 с.  
<https://e.lanbook.com/book/69944?category=1557>
7. Стивенс Р. Delphi. Готовые алгоритмы. Издательство "ДМК Пресс". 2007. 384 с.  
<https://e.lanbook.com/book/1234?category=1557>

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

- Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
- Электронная библиотечная система издательства «Лань»  
<https://e.lanbook.com/>
- Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
- Научная электронная библиотека eLibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Оборудование	Программное обеспечение
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус- учебное), аудитория № 528 (физмат корпус- учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 520а (физмат корпус - учебное), № 521 (физмат корпус- учебное), аудитория № 522 (физмат корпус- учебное).</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус- учебное).</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус- учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное).</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: аудитория № 426 (физмат корпус - учебное), читальный зал № 2 (физмат корпус - учебное).</p> <p>6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория № 522 (физмат корпус- учебное).</p>	<p><b>Аудитория № 501.</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный компьютер и системный блок /Core i5-4460 (3.2) /CIGABAYTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech Wireless Presenter R400 (210134000003592), проектор Sony VPL-DX270, экран ручной View Screen Lotus 244 x 183 WLO-4304.</p> <p><b>Аудитория № 531.</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (210 106 8 302), доска аудиторная ДА32.</p> <p><b>Аудитория № 528.</b> Учебная мебель, доска настенная меловая.</p> <p><b>Аудитория № 520а.</b> Учебная мебель, доска, монитор LG 19 L 1942S SF 1280 x 1024, 5ms, 8000:1, black (3,4 кг, VGA, 19" (48,3 см) 5мс, мониторы LG 19" L1942 SBF 1280 x 1024, 5ms, 8000:1, black 10 шт., системный блок HP Pavilion Slimline S 3500 F AMD Athlon 64 X2 5400+/2.8GHz, 4Gb, 500Gb 12 шт., доска аудиторная ДА36.</p> <p><b>Аудитория № 521.</b> Учебная мебель, доска, коммутатор HPV 1905 - 24 Switch 24*10 / 100 + 2*10/100/1000, персональные компьютеры в комплекте DEPO Neos 460 MD i5 2300 / 4G DDR 1333 / T500G/ DVD W – 12 шт., проектор Optoma EX 542i. DLP 3D. XGA (1024*768). 2700 ANSI Lm. 3000 l. Lamp 5000 +/- 40 ver, шкаф TLKTWP-065442-G-GY, экран на штативе Draper Dip-lomat (1:1) 84/84 * 213*213 MW, доска аудиторная ДА36.</p> <p><b>Аудитория № 522: лаборатория компьютерного моделирования.</b> Учебная мебель, доска, персональный компьютер Lenovo Think Centre A70 z Intel Pentium E5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер Lessar LS/ LU-H24KB2.</p> <p><b>Аудитория № 426.</b> Учебная мебель, доска, персональные компьютеры, системный блок /Core i5-7400 (3.0) / 8Gb/ HDD 1Tb / 450W/ Win 10 Pro/ Клавиатура USB/ Мышь USB/ LCD Монитор 21,5" – 14 шт.</p> <p><b>Читальный зал № 2.</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06. 2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11. 2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Simply Linux x86_64 Лицензионный договор на программное обеспечение Simply Linux 8.2.0 и включенные для него программы для ЭВМ, свободное программное обеспечение).</p> <p>4. Коллекция компиляторов GCC (лицензия GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>5. Файловый менеджер GNU Midnight Commander (MC) (лицензия GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>6. Academic Edition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent App Wave English; Договор № 263 от 07.12. 2012 г. Лицензия бессрочная.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФГБОУ ВО "БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
 ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

*дисциплины*  
 ИНТЕРВАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ  
 на 7 семестр

**Очная форма обучения**

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	73,2
лекций	18
практических/ семинарских	0
лабораторных	54
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	45
Учебных часов на подготовку к экзамену (контроль)	25,8

Формы контроля: экзамен 7 семестр



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	П	ЛР	СРС			
1	Интервальные вычисления в информационных технологиях. Свойства машинной арифметики. Локализирующие множества и действия над ними.	1		4	2	1, 3	Задание 1	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
2	Интервальные функции. Интервальные расширения. Двустороннее решение элементарных задач. Примеры интервальной реализации алгоритмов.	2		4	4	1, 2, 3	Задание 1	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
3	Понятие о двусторонней реализации прямых методов линейной алгебры. Идеальная модель интервальных вычислений.	1		6	4	1, 2, 3	Задание 2	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
4	Проблема минимальности интервальных расширений. Понятия и свойства, применяемые в теоретическом анализе точности интервальных вычислений.	2		4	4	1, 2	Задание 2	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
5	Интервализация приближенных формул. Интервализация функций, заданных приближенным выражением. Интервальное расширение функций.	1		4	4	2, 3	Задание 3	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
6	Численное суммирование рядов. Двухходовой алгоритм суммирования числового ряда. Пример реализации алгоритма суммирования ряда.	2		6	4	1, 2, 3	Задание 3	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
7	Аппроксимация функций. Интерполирование степенными полиномами с равноотстоящими узлами. Локализирующий поиск точек перемены знака.	1		4	4	1, 4	Задание 4	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
8	Поиск экстремумов. Примеры исследования разрывных и кусочно-дифференцируемых функций. Приближенное дифференцирование.	2		4	4	1, 4	Задание 4	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
9	Локализирующее вычисление интегралов. Квадратурные формулы. Интервализованные составные квадратуры.	1		6	4	1, 3	Задание 5	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
10	Среднеквадратическая аппроксимация. Приближение функции по конечному множеству ее значений.	2		4	4	1, 4	Задание 5	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
11	Итерационные процессы. Векторные и матричные функции. Векторно-числовые итерационные процессы.	1		4	4	1, 2	Задание 6	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
12	Интервальные итерационные процессы. Конфигурация алгоритмического комплекса для поиска решений систем числовых уравнений.	2		4	3	1, 4	Задание 6	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
	Итого за семестр:	18		54	45			

### Заочная форма обучения

Вид РАБОТЫ	ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	17,2
лекций	4
практических/ семинарских	0
лабораторных	12
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	117,8
Учебных часов на подготовку к экзамену (контроль)	9

Формы контроля: экзамен — курс 4, летняя сессия.

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материала: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	П	ЛР	СРС			
1	Интервальные вычисления в информационных технологиях. Свойства машинной арифметики. Локализирующие множества и действия над ними.	1		1	6	1, 3	Задание 1	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
2	Интервальные функции. Интервальные расширения. Двустороннее решение элементарных задач. Примеры интервальной реализации алгоритмов.	—		1	8	1, 2, 3	Задание 1	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
3	Понятие о двусторонней реализации прямых методов линейной алгебры. Идеальная модель интервальных вычислений.	—		1	8	1, 2, 3	Задание 2	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
4	Проблема минимальности интервальных расширений. Понятия и свойства, применяемые в теоретическом анализе точности интервальных вычислений.	1		1	12	1, 2	Задание 2	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
5	Интервализация приближенных формул. Интервализация функций, заданных приближенным выражением. Интервальное расширение функций.	—		1	8	2, 3	Задание 3	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
6	Численное суммирование рядов. Двухходовой алгоритм суммирования числового ряда. Пример реализации алгоритма суммирования ряда.	—		1	12	1, 2, 3	Задание 3	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
7	Аппроксимация функций. Интерполирование степенными полиномами с равноотстоящими узлами. Локализирующий поиск точек перемены знака.	1		1	8	1, 4	Задание 4	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
8	Поиск экстремумов. Примеры исследования разрывных и кусочно-дифференцируемых функций. Приближенное дифференцирование.	—		1	12	1, 4	Задание 4	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
9	Локализирующее вычисление интегралов. Квадратурные формулы. Интервализованные составные квадратуры.	—		1	8	1, 3	Задание 5	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
10	Среднеквадратическая аппроксимация. Приближение функции по конечному множеству ее значений.	1		1	10	1, 4	Задание 5	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
11	Итерационные процессы. Векторные и матричные функции. Векторно-числовые итерационные процессы.	—		1	12	1, 2	Задание 6	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
12	Интервальные итерационные процессы. Конфигурация алгоритмического комплекса для поиска решений систем числовых уравнений.	—		1	13,8	1, 4	Задание 6	Лабораторные работы; реферат; экзамен.
	Итого за семестр:	4		12	117,8			

## Рейтинг–план дисциплины

Интервальный анализ в информационных технологиях

направление подготовки 09.03.03 — Прикладная информатика.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1: интервальные операции и функции</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Лабораторная работа 1	10	1	0	10
Лабораторная работа 2	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Лабораторная работа 3. Письменный отчет.			0	15
<i>Всего за модуль 1</i>			0	35
<b>Модуль 2: решение интервальных уравнений и систем</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Лабораторная работа 4	10	1	0	10
Лабораторная работа 5	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Лабораторная работа 6. Письменный отчет.			0	15
<i>Всего за модуль 2</i>			0	35
<b>Поощрительные баллы</b>				
Задания повышенной сложности				
Конкурс рефератов			0	10
Публикация статей				
<b>Посещаемость</b> (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен			0	30
<i>Итого</i>			<b>0</b>	<b>110</b>