

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ М.В. Коломина

«__» _____ 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ФМО

_____ И.А. Байгушева

«__» _____ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Составитель(и)

Направление подготовки /
специальность

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приёма

Курс

Семестры

Смирнов А.П., к.ф.-м.н., доцент кафедры ПМИ

**01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ИНФОРМАТИКА**

бакалавр

очная

2021

3, 4

6-7

Астрахань – 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Численные методы» является формирование у студента представлений о методах решения задач на ЭВМ.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- углубление математического образования;
- развитие практических навыков в области прикладной математики, использование полученных в этой области знаний, как при изучении смежных дисциплин, так и в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Численные методы» относится к обязательной части учебного плана.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Математический анализ-I,
- Математический анализ-II,
- Алгебра и геометрия,
- Дифференциальные уравнения,
- Уравнения математической физики.

Знания: основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов.

Умения: применять математические методы для решения практических задач.

Навыки: использование методов решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов.

2.3. Последующие учебные дисциплины и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Математические модели в естествознании,
- Технологии высокопроизводительных вычислений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК):

- ОПК-1: способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;
- ОПК-2: способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1	ИОПК-1.1.1 обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.	ИОПК-1.2.1 решать стандартные профессиональные задачи с применением математических и естественнонаучных знаний.	ИОПК-1.3.1 навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.
ОПК-2	ИОПК-2.1.1 Обладает фундаментальными знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ИОПК-2.2.1 использовать аппарат существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	ИОПК-2.3.1 навыками применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц (6 семестр – 4 з.е., 7 семестр – 5 з.е.) в том числе 132 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 33 часа – лекции, 99 часов – лабораторные занятия), и 192 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Раздел 1. Численные методы решения задач алгебры								
1	Тема 1. Основы теории погрешностей	6	3		9		14	Лабораторная работа №1
2	Тема 2. Численные методы решения скалярных уравнений	6	3		9		14	Лабораторная работа №2 Контрольная работа №1
3	Тема 3. Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	6	3		9		14	Лабораторная работа №3-4
4	Тема 4. Методы решения экстремальных задач	6	3		9		14	Контрольная работа №2
Раздел 2. Методы решения сеточных уравнений								
5	Тема 5. Интерполирование функций	6	3		9		8	Лабораторная работа №6-7 Контрольная работа №3
6	Тема 6. Среднеквадратичные приближения	6	3		9		8	Лабораторная работа №5 Контрольная работа №4
Раздел 3. Численные методы решения задач математического анализа								
7	Тема 7. Численное дифференцирование	7	3		9		24	Лабораторная работа №8
8	Тема 8. Численное интегрирование	7	3		9		24	Лабораторная работа №9 Контрольная работа №5
Раздел 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений								
9	Тема 9. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	7	3		9		24	Лабораторная работа №10 Контрольная работа №6
Раздел 5. Численные методы решения задач математической физики								
10	Тема 10. Численные методы решения уравнений в частных производных	7	3		9		24	Лабораторная работа №11 Контрольная работа №7
11	Тема 11. Понятие о приближенном решении интегральных уравнений	7	3		9		24	Лабораторная работа №12 Контрольная работа №8
ИТОГО			33		99		192	ЭКЗАМЕН

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Разделы, темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		
		ОПК-1	ОПК-2	общее количество компетенций
Раздел 1	104	+	+	2
Раздел 2	60	+	+	2
Раздел 3	60	+	+	2
Раздел 4	40	+	+	2
Раздел 5	60	+	+	2
Итого	324			

Краткое содержание

Раздел 1. Численные методы решения задач алгебры

Основы теории погрешностей. Численные методы решения скалярных уравнений. Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений. Методы решения экстремальных задач.

Раздел 2. Методы решения сеточных уравнений

Интерполирование функций. Среднеквадратичные приближения.

Раздел 3. Численные методы решения задач математического анализа

Численное дифференцирование. Численное интегрирование.

Раздел 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Раздел 5. Численные методы решения задач математической физики

Численные методы решения уравнений в частных производных. Понятие о приближенном решении интегральных уравнений.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

1. Согласно существующему государственному образовательному стандарту специальности и других нормативных документов целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и лабораторных занятий.
2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием.
3. Преподаватель, читающий лекции, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.
4. Лабораторные занятия сопровождают и поддерживают лекционный курс.
5. Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

6. Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине;
- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

7. Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

8. Лабораторные занятия должны быть организованы так, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

9. При проведении промежуточной и итоговой аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

• В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.

- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции, а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).
- Полезно вести записи (конспекты) лекций: для непонятных вопросов оставлять место при работе над темой лекции с учебными пособиями.
- Записи лекций следует вести в отдельной тетради, оставляя место для дополнений во время самостоятельной работы.
- При конспектировании лекций выделяйте главы и разделы, параграфы, подчеркивайте основное.

Лабораторное занятие

• Лабораторное занятие наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.

• К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию).

Организация самостоятельной работы

• Бюджет времени студента определяется временем, отведенным на занятия по расписанию и на самостоятельную работу. Задание и материал для самостоятельной работы дается во время учебных занятий, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой.

• Для выполнения объема самостоятельной работы необходимо заниматься в среднем 4 часа (академических) ежедневно, т.е. по 24 часа в неделю.

• Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней семестра, установив определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Полезно для этого составить расписание порядка дня.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Раздел 1	Прямые методы решения СЛАУ	56	Работа с учебными пособиями, выполнение лабораторных работ
Раздел 2	Операции над полиномами	16	Работа с учебными пособиями,

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
			выполнение лабораторных работ
Раздел 3	Методы интерполяции на основе сплайнов	48	Работа с учебными пособиями, выполнение лабораторных работ
Раздел 4	Методы решения ОДУ второго порядка	24	Работа с учебными пособиями, выполнение лабораторных работ
Раздел 5	Нелинейное и квадратичное программирование	48	Работа с учебными пособиями, выполнение лабораторных работ

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Требования к оформлению лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Численные методы» оформляются по следующему плану:

1. **Название** лабораторной работы: «Лабораторная работа №... «название»».
2. Обозначить **цель** лабораторной работы.
3. Записать **краткую теорию**, необходимую для выполнения данной работы.
4. Записать **задание** лабораторной работы.
5. Записать **формулы**, необходимые для решения задания.
6. Записать **решение** задания.
7. Сделать **выводы** по лабораторной работе.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Тема, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел 1. Численные методы решения задач алгебры	<i>Интерактивная лекция, дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Раздел 2. Методы решения сеточных уравнений	<i>Интерактивная лекция, дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Раздел 3. Численные методы решения задач математического анализа	<i>Интерактивная лекция, дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Раздел 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	<i>Интерактивная лекция, дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>
Раздел 5. Численные методы решения задач математической физики	<i>Интерактивная лекция, дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторных работ</i>

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Перечень программного обеспечения (*состав подлежит обновлению при необходимости*)

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
LMS Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Microsoft Office	Пакет офисных программ
OpenOffice	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Opera	Браузер

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, тема «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>
4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Численные методы» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и

прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1. Основы теории погрешностей	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №1
2.	Тема 2. Численные методы решения скалярных уравнений	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №2 Контрольная работа №1
3.	Тема 3. Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №3-4
4.	Тема 4. Методы решения экстремальных задач	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа №2
5.	Тема 5. Интерполирование функций	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №6-7 Контрольная работа №3
6.	Тема 6. Среднеквадратичные приближения	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №5 Контрольная работа №4
7.	Тема 7. Численное дифференцирование	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №8
8.	Тема 8. Численное интегрирование	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №9 Контрольная работа №5
9.	Тема 9. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №10 Контрольная работа №6
10.	Тема 10. Численные методы решения уравнений в частных производных	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №11 Контрольная работа №7
11.	Тема 11. Понятие о приближенном решении интегральных уравнений	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа №12 Контрольная работа №8

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

При решении комплексной ситуационной задачи можно использовать следующие критерии оценки:

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые

Шкала оценивания	Критерии оценивания
	после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 2. Численные методы решения скалярных уравнений

Контрольная работа №1:

1. Найти предельные абсолютные и относительные погрешности чисел, если они имеют только верные числа: а) 43,813; б) 0,645.
2. Отделить корни уравнения графически и уточнить один из них методом касательных с точностью до 0,001: $x^3 - 3bx^2 + 3,5 = 0$.

Тема 4. Методы решения экстремальных задач

Контрольная работа №2:

1. Методом Зейделя решить с точностью до 0,001 систему линейных уравнений приведя её к виду, удобному для итерации:
 $3,2x_1 - 11,5x_2 + 3,8x_3 = 2,8$;
 $0,8x_1 + 1,3x_2 - 6,4x_3 = -6,5$;
 $2,4x_1 + 7,2x_2 - 1,2x_3 = 4,5$.
2. Используя метод итераций, решить систему нелинейных уравнений с точностью до 0,001:
 $\cos(x - 1) + y = 1$;
 $x^2 + y^2 = 1$.

Тема 5. Интерполирование функций

Контрольная работа №3:

1. Используя первую и вторую интерполяционную формулы Ньютона, вычислить значения функции при данных значениях аргумента.

x	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56
y	20,194 6	19,613 3	18,942 5	18,174 6	17,301 0	16,312 3	15,198 4	13,948 4	12,550 8	10,993 7	9,264 7	7,351 0

$x_1=0,4332$, $x_2=0,5568$, $x_3=0,445$, $x_4=0,57$.

2. Используя интерполяционный многочлен Лагранжа, вычислить значения функции при данном значении аргумента.

x	0,43	0,48	0,55	0,62	0,70	0,75
y	1,63597	1,73234	1,87686	2,03345	2,22846	2,35973

$x=0,736$.

Тема 6. Среднеквадратичные приближения

Контрольная работа №4:

1. По заданным табличным значениям определить вид аппроксимирующей функции и вычислить необходимые коэффициенты.

x	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56
y	20,1946	19,6133	18,9425	18,1746	17,3010	16,3123	15,1984	13,9484	12,5508	10,9937	9,2647	7,3510

Тема 8. Численное интегрирование

Контрольная работа №5:

1. С помощью интерполяционной формулы Ньютона найти значения первой и второй производной функции, заданной таблично.

x	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56
y	20,194	19,613	18,942	18,174	17,301	16,312	15,198	13,948	12,550	10,993	9,264	7,351

$x=0,465$.

2. Вычислить интеграл по формуле Симпсона при $n=8$: $f(x)=x^2 \cos x$; границы интегрирования: от 0,6 до 1,4.

Тема 9. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Контрольная работа №6:

1. Используя метод Рунге-Кутты 4-ого порядка, составить таблицу приближённых значений интеграла дифференциального уравнения $y'=f(x, y)$, удовлетворяющего начальным условиям $f(x_0)=y_0$ на отрезке $[a; b]$ с шагом $h=0,1$:

$$y'=x + \sin(y/1,25), y_0(0,5)=1,8, x \in [0,5; 1,5].$$

2. Используя метод конечных разностей, составить решение краевой задачи для ОДУ с точностью 0,001 и шагом $h=0,1$:

$$y''+0,6xy'-2y=1, y(1,5)=0,6, 2y(1,8) -0,8y(1,8)=3.$$

Тема 10. Численные методы решения уравнений в частных производных

Контрольная работа №7:

1. Используя метод сеток, составить решение дифференциального уравнения Лапласа с заданными начальными условиями и шагом $h=0,1$. Уточнение решения производить до сотых долей с помощью процесса Либмана:

$$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{25} = 1(\Gamma), u(x, y)|_{\Gamma}=0,5|x| + |y|.$$

Тема 11. Понятие о приближенном решении интегральных уравнений

Контрольная работа №8:

1. Записать алгоритм решения сингулярного интегрального уравнения первого рода методом дискретных особенностей для случая равномерного разбиения отрезка. Алгоритм решения системы линейных алгебраических уравнений при этом не детализировать.

Лабораторные работы

Задания для лабораторных работ находятся в пособии «Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по вычислительной математике: Учеб.пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1990. – 208 с.: ил. ISBN 5-06-001544-0».

Перечень вопросов к экзамену (6 семестр)

1. Источники погрешностей значения величин и их классификация.
2. Погрешности основных арифметических операций. Погрешности элементарных функций.
3. Прямая задача теории погрешностей и способы ее решения.
4. Обратная задача теории погрешностей и ее решение методом равных влияний.
5. Представление в ЭВМ чисел с плавающей точкой; погрешность машинного округления; принципы оценки погрешности результатов вычислений.
6. Метод простой итерации решения уравнений и его реализация на ЭВМ.
7. Метод касательных численного решения уравнений и его реализация на ЭВМ.
8. Метод хорд численного решения уравнений и его реализация на ЭВМ.
9. Общая характеристика точных методов решения систем линейных уравнений на ЭВМ. Метод Гаусса.
10. Метод простой итерации решения систем нелинейных уравнений.
11. Метод простой итерации решения систем нелинейных уравнений.
12. Задача аппроксимации функции.
13. Многочленная интерполяция.
14. Построение интерполяционного многочлена с помощью системы линейных уравнений.

15. Интерполяционные формулы Ньютона.
16. Интерполяционный многочлен Лагранжа и оценка его погрешности.
17. Интерполяционный многочлен Ньютона для равномерной сетки.
18. Обратное интерполирование для равномерной и неравномерной сетки. Интерполяционный многочлен Чебышева.
19. Метод наименьших квадратов, наилучшее квадратичное приближение. Вычисление значений параметров среднеквадратичных приближений. Реализация метода наименьших квадратов на ЭВМ.

Перечень вопросов к экзамену (7 семестр)

1. Вычисление значений производных различного порядка на ЭВМ.
2. Квадратурные формулы Ньютона—Котеса и оценка их погрешности.
3. Частная и общая квадратурные формулы трапеций; оценка погрешности общей формулы и реализация на ЭВМ.
4. Частная и общая квадратурные формулы Симпсона; оценка погрешности общей формулы и ее реализация на ЭВМ.
5. Численные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера. Ломаные Эйлера.
6. Метод Рунге—Кутты решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, оценка его погрешности и реализация на ЭВМ.
7. Многошаговый метод Адамса решения задачи Коши. Общие представления о методах прогноза и коррекции.
8. Метод разностных схем решения дифференциальных уравнений в частных производных.
9. Метод сеток. Задача Дирихле. Уравнение Лапласа в конечных разностях.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-1: способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности; ОПК-2: способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.				
1.	Задание закрытого типа	Две матрицы одного и того же типа, имеющие одинаковое число строк и столбцов, у которых соответствующие элементы равны, называют: 1) равными 2) одинаковыми 3) разными по рангу 4) схожими	1	1
2.		Погрешность, связанная с наличием в математических формулах, числовых параметров называется: 1) начальной 2) конечной 3) абсолютной 4) относительной	1	1
3.		Погрешность, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе называется: 1) абсолютная погрешность 2) остаточная погрешность 3) относительная погрешность	2	1–2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1. 4) погрешность условия		
4.		Укажите название матрицы $-A=(-1)*A$ 1) противоположная 2) обратная 3) равная 4) матрица не существует	1	1
5.		Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов: 1) точный метод 2) приближенный метод 3) итерационный метод 4) относительный метод	3	1
6.	Задание открытого типа	Закончите предложение. Приближенным числом а называют число, незначительно отличающиеся от ...	Точного А	2
7.		Закончите предложение. Погрешность, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе это ...	Остаточная погрешность	1
8.		Ответьте на вопрос. Числовой ряд называется сходящимся, если...	Существует предел последовательности его частных сумм.	2
9.		Ответьте на вопрос. С помощью этого метода число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством.	Процесс Герона	2
10.		Ответьте на вопрос. Заменив в матрице типа $m \times n$ строки соответственно столбцами получим...	Транспонированную матрицу	2

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Подготовка к контрольной работе позволит успешно подготовиться к зачету/экзамену и овладеть профессиональными знаниями и умениями. Она осуществляется на основе лекционного материала, материала самостоятельных заданий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу.

Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, контроль с помощью технических средств и информационных систем (проверка лабораторных работ). Итоговый контроль проводится в форме зачета/экзамена. Зачет/экзамен основан на итоговой оценке, которая включает в себя сумму баллов за текущий контроль и итоговую работу.

Критерии оценки:

- знание учебного программного материала;

- самостоятельное выполнение заданий, рекомендованных преподавателем;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой;
- ориентированность в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине;
- проявление творческих способностей и научного подхода в понимании и изложении учебного программного материала;
- при выполнении контрольных работ соответствие ответов вопросам, глубина и полнота раскрытия вопроса, а также точность определений понятий, логичность, связанность, доказательность, последовательность;
- умение использовать современные методики и технологии;
- посещение занятий.

Итоговая оценка успеваемости студентов по дисциплине производится согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценки учебных достижений студентов, утверждено приказом ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08.

Преподаватель, реализующий дисциплину, в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Балабко Л.В. Численные методы [Электронный ресурс] / Л.В. Балабко, А.В. Томилова - Архангельск: ИД САФУ, 2014. - 163 с. - ISBN 978-5-261-00962-7 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261009627.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Бахвалов Н.С. Численные методы: Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб.пособ. для физико - мат. специальностей вузов. - 4-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 636 с. - (МГУ им. М.В. Ломоносова. Классический университетский учебник). (20 экз.)
3. Заварыкин В.М. Численные методы : учеб.пособ. для студ. физ-мат. спец. пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1991. - 176 с. : ил. - 0-80. (36 экз.)
4. Кокотушкин Г.А. Численные методы алгебры и приближения функций: метод.указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Численные методы» / Г.А. Кокотушкин, А.А. Федотов, П.В. Храпов. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 58 с. URL : http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0006.html (ЭБС «Консультант студента»).
5. Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова - Воронеж : ВГУИТ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000322475.html> (ЭБС «Консультант студента»).
6. Персова М.Г. Численные методы в уравнениях математической физики : учеб.пособие / Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г., Вагин Д.В., Домников П.А., Кошкина Ю.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 60 с. URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229716.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Бахвалов Н.С., Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков - М. : Лаборатория знаний, 2016. - 355 с. (Классический университетский учебник) - ISBN 978-5-93208-205-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082058.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Гильмутдинов Р.Ф., Численные методы : учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф. - Казань: Издательство КНИТУ, 2018. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-2427-5 URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224275.html> (ЭБС «Консультант студента»).

3. Орешкова М.Н. Численные методы [Электронный ресурс] / Орешкова М.Н. - Архангельск: ИД САФУ, 2015. - 120 с. - ISBN 978-5-261-01040-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010401.html> (ЭБС «Консультант студента»).

4. Самарский А.А. Введение в численные методы : Учеб. пособ. для вузов. - 3-е изд. - СПб.: Лань, 2005. - 288 с. - (МГУ им. М.В. Ломоносова). - ISBN 5-8114-0602-9: 117-48 : 117-48. (20 экз.)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения лабораторных занятий необходима компьютерная аудитория, в которой организован доступ к сети Интернет и установлено необходимое программное обеспечение.

Для проведения лекционных занятий необходима мультимедийная аудитория, в которой организован доступ к сети Интернет и установлено необходимое программное обеспечение.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Курсовая работа должна содержать в себе фрагменты, представленные ниже.

Обоснование актуальности – объяснение необходимости изучения данной темы в контексте общего процесса научного познания. **Обоснование актуальности темы** излагается в тексте ВВЕДЕНИЯ.

Обзор научной литературы – основание для постановки проблемы.

Задачи обзора литературы:

- провести общее и детальное знакомство с темой исследования;
- выявить и сформулировать проблему исследования;
- определить цели и задачи курсовой работы.

Формулировка цели курсовой работы должна тесно соотноситься с темой, как правило, полностью включая её. После формулировки общей цели работы указываются конкретные **задачи**, которые являются своеобразными ступеньками-этапами на пути достижения цели. Обычно они даются в форме перечисления: «изучить...», «описать...», «раскрыть...», «выявить...», «определить...», «исследовать...», «выяснить...», «проанализировать...» и т. д. Формулировки задач необходимо делать как можно тщательнее, поскольку описание их решения должно составить содержание глав работы. Задач в работе не должно быть много.

Далее в соответствии с логической схемой исследования исследователем формулируются **объект** и **предмет исследования**.

Объект – это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

Предмет – это то, что находится в границах объекта.

Объект и предмет исследования как категории исследовательского процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание исследователя, именно предмет исследования определяет тему исследования, которая обозначается на титульном листе как её заглавие.

Заключительным этапом являются **выводы**, которые содержат всё то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведённой исследовательской работы.

СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Структурными элементами курсовой работы являются:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Титульный лист является первой страницей курсовой работы и оформляется в соответствии с установленным образцом.

Оглавление содержит все заголовки разделов курсовой работы с указанием страницы, с которых они начинаются.

Во **введении** обосновывается актуальность выбранной темы, формулируется проблема, которую студент должен решить в данной работе, определяются цели и взаимосвязанный комплекс задач исследования, предмет и объект, методы исследования. Рекомендательный объём введения – 2-3 страницы.

Основная часть носит содержательный характер, в ней решаются поставленные задачи, описывается ход и результаты научно-аналитической, экспериментальной работы.

Основную часть следует делить на главы и параграфы. Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме работы и полностью её раскрывать. Рекомендуемое количество глав – 2-3, рекомендуемое количество параграфов – 2-3. Между параграфами и между главами необходимы смысловые связки, чтобы текст курсовой работы был логично выстроен и не содержал разрывов в изложении материала.

Работа пишется грамотным, литературным языком. Материал излагается последовательно и логично, в соответствии с намеченным планом работы и задачами исследования. Определения и формулировки, сделанные автором, должны быть точными и ясными, как без излишней детализации, так и чрезмерной краткости. Старайтесь избегать повторов слов и словосочетаний, речевых штампов.

В тексте работы допустимы некоторые сокращения, но они требуют пояснения. При первом их использовании словосочетание пишется полностью, а в скобках указывается принятое сокращение, которое и будет использоваться в дальнейшем. Например, «самостоятельная работа школьников» (СРШ), «комплекс дидактических игр» (КДИ) и т. п. Следует иметь в виду, что таких сокращений не должно быть много, иначе это затрудняет восприятие материала.

При написании работы не рекомендуется вести изложение от первого лица («Я считаю...»), «По моему мнению...») или от множественного лица («Мы полагаем...», «Мы наблюдаем...»). Лучше выразить мысль в безличной форме («Полученные данные свидетельствуют о том...»), «Можно утверждать, что...», «Итоги эксперимента дают основание для...» и т. д.).

Если в тексте используется прямая цитата, она должна быть заключена в кавычки и сопровождаться ссылкой на автора. Для этого в скобках сразу после цитаты указываются инициалы и фамилия автора работы, год её издания. Например, «Самостоятельная работа учащихся, включаемая в процесс обучения, – это такая работа, которая выполняется без непосредственного участия учителя, но по его заданию, в специально предоставленное для это время» (Б. П. Есипов, 1961). Если цитата приводится не с начала (или без окончания), то перед ней (во втором случае после неё) ставится многоточие.

Не стоит увлекаться прямым цитированием. Мысль автора может быть передана своими словами (без искажения смысла), тем не менее, в этом случае ссылка на его фамилию необходима.

В **заключении** последовательно излагаются теоретические и практические результаты и суждения, к которым пришёл студент в результате исследования. Они должны быть краткими, чёткими, дающими полное представление о содержании, значимости, обоснованности и эффективности работы. Пишутся они тезисно, по пунктам. Результаты (выводы) исследования должны соответствовать поставленным цели и задачам.

После заключения приводится **список использованных источников** в установленном порядке. Каждый включённый литературный источник должен иметь отражение в тексте курсовой работы. Если автор делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен указать, откуда взяты приведённые материалы. Нельзя включать в библиографический список те работы, на которые нет ссылок в тексте работы и которые фактически не были использованы.

В **приложении** следует относить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся первичные таблицы, промежуточные расчёты, таблицы вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, иллюстрации вспомогательного характера, неопубликованные ранее тексты. Если приложений больше десяти, их следует объединить по видам.

Курсовая работа предоставляется в печатном виде и на электронном носителе на кафедру.

Работа выполняется в любом текстовом редакторе. Формат страницы – А4, кегль – 14, межстрочный интервал – 1,5. Выравнивание по ширине, отступ слева (красная строка) – 1,5. Текст следует размещать на одной стороне листа бумаги с соблюдением следующих размеров

полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. В тексте установить автоматические переносы, исключая заголовки.

При оформлении работы необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и чёткость изображения по всей работе. Не должно быть помарок, перечёркивания, сокращения слов, за исключением общепринятых.

Страницы текста нумеруют арабскими цифрами снизу по центру. По всему тексту соблюдается сквозная нумерация. Номер титульного листа и листа с содержанием **не проставляется**, но включается в общую нумерацию курсовой работы. Все структурные элементы работы: введение, главы основной части, заключение, список используемых источников, приложения, – должны начинаться **с новой страницы**.

Оформление глав и параграфов. Каждая глава курсовой работы начинается с новой страницы. Установить интервал после названия главы – 12 пт. Если глава имеет только один параграф, то выделять его не следует. Заголовки глав печатаются прописными буквами, заголовки параграфов пишутся строчными буквами (первая буква заголовка параграфа заглавная), шрифт полужирный. Точки в конце заголовков **не ставятся**, заголовки не подчёркиваются. Переносы слов во всех заголовках **не допускаются**.

Оформление маркированных и нумерованных списков. Нумерованные и маркированные списки во всей работе должны быть единообразными. Для маркированных списков используются одни и те же маркеры, выбран единый стиль правил написания (пунктуация). Для нумерованных списков применяется одинаковая нумерация, выбран единый стиль правил написания (пунктуация). Во всех списках устанавливаются одинаковые отступы до маркера (номера), от маркера (номера) до текста и отступ слева для последующих строк.

Оформление табличного материала. Цифровой материал, сопоставление и выявление определённых закономерностей оформляют в виде таблиц. Все таблицы, если их несколько, нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу, например: «Таблица 1», нумерация сквозная во всей работе. На следующей строке по центру располагается заголовок таблицы. Таблица выполняется на одной странице. Если таблица не уместится на одной странице, то она переносится на другие, при этом заголовок таблицы помещается на первой странице, а на следующих страницах следует повторить шапку таблицы. Текст в таблице и подписи к ней имеют размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал в тексте таблицы – одинарный.

Оформление иллюстраций. Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, эскизы, чертежи и т. д.) располагаются в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все иллюстрации должны быть пронумерованы (снизу по центру). Нумерация сквозная, через всю работу. Надпись под рисунком: «Рис. 1: Название рисунка», размер шрифта 12 пт. Если иллюстрация в работе единственная, то она не нумеруется. В тексте на иллюстрации делаются ссылки, содержащие порядковые номера, под которыми иллюстрации помещены в курсовой работе.

В работе могут быть использованы фотоиллюстрации, сделанные автором самостоятельно. Они могут быть представлены в качестве приложения к курсовой работе, так же как и цифровые, табличные и прочие иллюстрированные материалы.

Оформление формул. Формулы, на которые необходимо обратить внимание, выделяются из текста в отдельную строку, располагаются по центру. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов приводится непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Если формулу необходимо пронумеровать, то номер выравнивается по правому краю, нумерация сквозная.

Оформление списка использованных источников. Все источники, приведённые в списке, располагаются в едином алфавитном порядке. Основное условие правильного составления списка использованных источников – единообразное оформление и соблюдение государственных требований, предъявляемых к печати научных публикаций (ГОСТ Р 7.0.5-2008).

Оформление приложений. Все приложения, если их несколько, нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу, записываются прописными буквами, полужирным шрифтом, размер 12 пт, например: «**Приложение 1**». Далее на следующей строке по правому краю располагается заголовок приложения, строчными буквами, полужирным шрифтом, размер 12 пт. Если приложение не помещается на одной странице, то оно переносится на другие, на следующих страницах следует повторить шапку приложения (номер, заголовок). Текст во всех приложениях имеет размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал – одинарный.