



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИСТ  
И.Ю. Мезин

04.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ***

Направление подготовки (специальность)  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Большие и открытые данные

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	3
Семестр	5, 6

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

09.02.2021, протокол № 8


Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

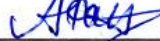
04.03.2021 г. протокол № 7

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук  О.А. Торшина

Рецензент:

доцент кафедры ВТиП, канд. физ.-мат. наук  А.С. Файнштейн

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Численные методы» являются: освоение основ-ных идей методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке сис-тем, математической обработке данных экономических и других задач, построении ал-горитмов и организации вычислительных процессов.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Численные методы входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Операционные системы

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные методы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
ОПК-2.1	Производит научные исследования для совершенствования и реализации новых математических методов решения прикладных задач
ОПК-2.2	Оценивает результаты новых научных разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений прикладных задач
ОПК-2.3	Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения прикладных задач

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц 324 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 145,9 акад. часов;
- аудиторная – 140 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 142,4 акад. часов;

– подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Задачи линейной алгебры								
1.1 Системы линейных алгебраических уравнений	5	12	8/8И		25,1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.1
1.2 Алгебраические уравнения		4	4/4И		23	Изучение учебной и научной литературы.	Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.3 Основы теории погрешностей		4	4		11	Подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		20	16/12И		59,1			
2. Интерполяция функций								
2.1 Постановка задачи интерполяции функций	5	4	4/2И		12	Изучение учебной и научной литературы	Проверка изучения основной и дополнительной литературы	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.1

2.2 Интерполяционная формула Лагранжа. Существование и единственность многочлена Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного		8	8/6И		25	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.1
2.3 Интерполяционная схема Эйткена		4	8/2И		10	Решение задач.	Проверка конспектов.	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		16	20/10И		47			
Итого за семестр		36	36/22И		106,1		зачёт	
3. Численное дифференцирование и интегрирование								
3.1 Численное дифференцирование многочленов	6	4	2/2И		11	Изучение учебной и научной литературы.	Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2
3.2 Метод неопределенных коэффициентов		4	2/2И		9	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2
3.3 Численное интегрирование		4	2/2И		2	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2
3.4 Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Оценка погрешности		4	2/2И		1	Изучение учебной и научной литературы.	Опрос, обсуждение.	ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		16	8/8И		23			
4. Решение краевых задач								
4.1 Постановка задачи. Классификация методов решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	6	4	5/2И		2	Изучение учебной и научной литературы.	Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.1
4.2 Одношаговые методы.		6	6/2И		4,3	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2
4.3 Многошаговые методы.		2	7/2И		2	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2
4.4 Классификация уравнений в частных производных.		2	4/4И		2	Изучение учебной и научной литературы.	Опрос, обсуждение.	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.1
4.5 Метод сеток при решении задач с дифференциальными уравнениями в частных производных.		4	4/4И		3	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.1
Итого по разделу		18	26/14И		13,3			

Итого за семестр	34	34/22И		36,3		экзамен	
Итого по дисциплине	70	70/44И		142,4		зачет, экзамен	

## 5 Образовательные технологии

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, практические (семинарские) занятия.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийных средств. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Практические занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS Word, MS Excel.

В ходе проведения лабораторных занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

В рамках дисциплины «Численные методы» предусматривается 44 часов аудиторных занятий, проводимых в интерактивной.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Методика, предлагаемая для изучения курса «Численные методы» ориентирована на лекции проблемно-информационного характера, семинарские занятия исследовательского типа и подготовку рефератов.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют требованиям ФГОС по реализации компетентностного подхода.



**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**  
Представлено в приложении 1.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**  
Представлены в приложении 2.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**а) Основная литература:**

1. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 122 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-10893-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/432209>.

2. Кадченко С. И. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кадченко, О. А. Торшина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2684.pdf&show=dcatalogues/1/1131509/2684.pdf&view=true>. - Макрообъект.

**б) Дополнительная литература:**

1. Карманова Е. В. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Карманова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2551.pdf&show=dcatalogues/1/130353/2551.pdf&view=true>. - Макрообъект.

**в) Методические указания:**

1. Филиппов Е. Г. Численные методы поиска корней уравнения [Электронный ресурс] : практикум / Е. Г. Филиппов, Е. А. Ильина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3139.pdf&show=dcatalogues/1/136419/3139.pdf&view=true>. - Макрообъект.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

#### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Оснащение аудитории: доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс. Оснащение аудитории: персональные компьютеры с пакетом MS Office, Maple 14 Classroom License 10-29 Users (per User) Academic, MathLab, Mathcad Education - University Edition (200 pack) и выходом в Интернет.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение аудитории: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение аудитории: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

## Приложение 1

По дисциплине «Численные методы» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение заданий лабораторных работ.

### **Примерные аудиторные задания:**

1. Решение обратной задачи теории погрешностей.
2. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.
3. Решение системы линейных уравнений методом Зейделя.
4. Приближенное решение нелинейных уравнений методом хорд.
5. Приближенное решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона.
6. Интерполяция функций с помощью многочлена Ньютона.
7. Интерполяция функций с помощью кубического сплайна.
8. Построение многочлена наилучшего приближения на системе ортогональных функций (многочлены Чебышева).
9. Процесс численного моделирования.
10. Решение алгебраических, нелинейных и трансцендентных уравнений.
11. Квадратурная формула Чебышёва.
12. Равномерные приближения.
13. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
14. Среднеквадратичные приближения по системам Хаара.
15. Сходимость интерполяционного процесса.
16. Численное решение интегральных уравнений
17. Разностные уравнения.
18. Сходящийся интерполяционный процесс Фейера.
19. Ортогональная система Хаара.
20. Методы обеспечения сходимости решений систем нелинейных алгебраических уравнений.
21. Кубические сплайны.
22. Методы решения краевых задач. Метод стрельбы для решения краевой задачи.
23. Методы решения краевых задач. Решение краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка методом стрельбы.

### **Примерные задания для лабораторных работ:**

Представлено в лабораторных работах на образовательном портале <http://newlms.magtu.ru>.

### **Примерные задания для аудиторных контрольных работ (АКР):**

1. Постановка задачи: дан ряд. Найти сумму ряда  $S$  аналитически. Вычислить значения частичных сумм ряда  $S_n$  и найти величину абсолютной и относительной

погрешностей при значениях  $N=10, 50, 100, 500, 1000$ . Построить гистограммы зависимости погрешностей от  $N$ .

2. Дана функция  $f(a,b,c)$ . Значения переменных указаны в варианте. Оценить погрешность результата, используя оценки погрешностей для арифметических операций или общую формулу погрешностей.

3. Определить с точностью  $0,001$  корень уравнения  $f(x)=0$ , принадлежащий заданному отрезку  $[a; b]$ . Сравнить количество итераций для каждого метода.

Сделать выводы.

4. Известна функция  $y(x)$ , заданная таблицей значений. Требуется, используя значения функции  $y_i, i=0, 1, 2, \dots, n$  в узлах интерполяции  $x_i$ , вычислить значение  $y(x)$  для любого  $x$  из промежутка  $[x_0; x_n]$ . Для решения задачи использовать интерполяционный полином

Лагранжа.

1) x	y(x)	2) x	y(x)	3) x	y(x)
2,0	0,9093	6,3	0,0168	0,1	0,9093
2,2	0,8085	6,5	0,2151	0,3	0,8085
2,4	0,6755	6,7	0,4048	0,5	0,6755
2,6	0,5155	6,9	0,5784	0,7	0,5155
2,8	0,3350	7,1	0,7290	0,9	0,3350
3,0	0,1411	7,3	0,8504	1,1	0,1411
3,2	-0,0584	7,5	0,9380	1,3	-0,0584
3,4	-0,2555	7,7	0,9882	1,5	-0,2555
3,6	-0,4425	7,9	0,9989	1,7	-0,4425
3,8	-0,6119	8,1	0,9699	1,9	-0,6119
x=2,1 x=3,7		x=6,4 x=7,6		x=0,17 x=1,89	
4) x	y(x)	5) x	y(x)	6) x	y(x)
2,0	-0,4161	0,72	0,4868	0,45	0,4831
2,2	-0,5885	0,92	0,3985	0,50	0,5463
2,4	-0,7374	1,12	0,3269	0,55	0,6131
2,6	-0,8596	1,32	0,2671	0,60	0,6841
2,8	-0,9422	1,52	0,2187	0,65	0,7602
3,0	-0,9900	1,72	0,1791	0,70	0,8423
3,2	-0,9668	1,92	0,1446	0,75	0,9316

3,4	-0,8968	2,12	0,1200	0,80	1,0296
3,6	-0,7910	2,32	0,0983	0,85	1,1383
3,8	-0,6709	2,52	0,0805	0,90	1,2602
x=2,1 x=3,7		x=0,75 x=2,41		x=0,48 x=0,87	
7) x	y(x)	8) x	y(x)	9) x	y(x)
0,49	0,5334	0,47	0,5080	0,50	0,5463
0,54	0,5994	0,52	0,5726	0,55	0,6131
0,59	0,6696	0,57	0,6410	0,60	0,6841
0,64	0,7445	0,62	0,7139	0,65	0,7602
0,69	0,8253	0,67	0,7922	0,70	0,8423
0,74	0,9131	0,72	0,8770	0,75	0,9316
0,79	1,0692	0,77	0,9696	0,80	1,0296
0,84	1,1156	0,82	1,0717	0,85	1,1383
0,89	1,2346	0,87	1,1853	0,90	1,2602
0,94	1,3692	0,92	1,3133	0,95	1,3984
x=0,5 x=0,93		x=0,48 x=0,9		x=0,49 x=0,92	

**Вопросы для итоговой оценки качества освоения курса:**

**Перечень тем для подготовки к зачету:**

1. Основные источники погрешностей.
2. Абсолютная и относительная погрешности приближённого числа.
3. Десятичная запись числа. Округление чисел. Погрешность суммы, разности, произведения и частного.
4. Погрешность функции.
5. Постановка прямой задачи погрешности.
6. Постановка обратной задачи погрешностей.
7. Виды СЛАУ.
8. Классификация методов решения СЛАУ.
9. Симметрические матрицы.

1. Алгоритм метода Гаусса при решении СЛАУ и его устойчивость.
2. Метод простых итераций при решении СЛАУ. Достаточное условие сходимости итерационного процесса.
3. Метод Зейделя при решении СЛАУ. Достаточное условие сходимости метода Зейделя.
4. Отделение корней уравнения (графически и аналитически). Уточнение корня методом половинного деления.
5. Уточнение корня уравнения методом хорд.
6. Уточнение корня уравнения методом касательных.
7. Интерполирование функции. Линейная интерполяция, погрешность линейной интерполяции.
8. Интерполирование алгебраическими многочленами.
9. Методы интерполирования.
10. Интерполяционный многочлен Лагранжа, оценка погрешности.
11. Многочлены Чебышева.
12. Задача интерполяции по Чебышеву.
13. Конечные разности.
14. Первый интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
15. Второй интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
16. Аппроксимация функций одной переменной. Выбор вида приближающей функции.
17. Метод наименьших квадратов.

### ***Перечень тем для подготовки к экзамену:***

1. Основные правила вычислительной работы.
2. Основные источники погрешностей.
3. Приближенное решение уравнений. Общие положения.
4. Решение систем линейных уравнений. Общие положения. Классификация методов.
5. Метод Гаусса. Уточнение решения.
6. Метод простой итерации.
7. Метод Монте-Карло.
8. Погрешность приближенного решения системы уравнений и обусловленность матриц.
9. Постановка задачи линейной интерполяции.
10. Корректность задачи линейной интерполяции.
11. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
12. Интерполяционная формула Ньютона. Разделенная разность.
13. Вычисление первой производной многочлена Лагранжа в форме Ньютона. Трудоемкость вычисления.
14. Вычисление  $l$ -ой производной многочлена Лагранжа в форме Ньютона. Трудоемкость вычисления.
15. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Формула Ньютона-Котеса.
16. Формулы Ньютона-Котеса и оценки погрешности для 1-го и 2-х узлов.
17. Формулы Ньютона-Котеса и оценки погрешности для 3-х узлов.
18. Составные квадратурные формулы.
19. Идея метода конечных разностей.
20. Сетки и сеточные функции.
21. Аппроксимация дифференциальных операторов методом сеток.
22. Устойчивость конечно-разностных схем.
23. Процесс Либмана.
24. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи.
25. Метод Эйлера.
26. Метод Эйлера-Коши.
27. Метод Рунге-Кутты.
28. Симплекс-метод.

## Приложение 2

## Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за семестр. Проводиться за 5 семестр в форме зачета, за 6 семестр в форме экзамена.

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач		
ОПК-2.1	Производит научные исследования для совершенствования и реализации новых математических методов решения прикладных задач	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Уточнение решения.</li> <li>2. Метод простой итерации.</li> <li>3. Метод Монте-Карло.</li> <li>4. Постановка задачи линейной интерполяции.</li> <li>5. Корректность задачи линейной интерполяции.</li> <li>6. Интерполяционный многочлен Лагранжа.</li> <li>7. Интерполяционная формула Ньютона. Разделенная разность.</li> <li>8. Вычисление первой производной многочлена Лагранжа в форме Ньютона. Трудоемкость вычисления.</li> <li>9. Вычисление <math>l</math>-ой производной многочлена Лагранжа в форме Ньютона. Трудоемкость вычисления.</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Используя квадратурную формулу Симпсона при <math>n=2</math>, найти приближенное решение заданного уравнения</li> <li>2. Применяя квадратурную формулу Гаусса при <math>n = 2</math>, найти приближенное решение заданного уравнения</li> <li>3. С точностью <math>\varepsilon = 0,3</math> вычислить собственные значения и собственные векторы матрицы           <math display="block">A = \begin{bmatrix} 4 &amp; 2 &amp; 1 \\ 2 &amp; 5 &amp; 3 \\ 1 &amp; 3 &amp; 6 \end{bmatrix} \equiv A^{(0)}.</math> </li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>Примерные задания для КР:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Методом Гаусса решить СЛАУ. <math display="block">\begin{cases} 10x_1 + x_2 + x_3 = 12 \\ 2x_1 + 10x_2 + x_3 = 13 \\ 2x_1 + 2x_2 + 10x_3 = 14 \end{cases}</math> </li> <li>Методом прогонки решить СЛАУ <math display="block">\begin{cases} 8x_1 - 2x_2 = 6 \\ -x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 3 \\ 2x_2 + 10x_3 - 4x_4 = 8 \\ -x_3 + 6x_4 = 5 \end{cases}</math> </li> <li>Методом Ньютона найти положительное решение системы нелинейных уравнений <math display="block">\begin{cases} f_1(x_1, x_2) = 0.1x_1^2 + x_1 + 0.2x_2^2 - 0.3 = 0 \\ f_2(x_1, x_2) = 0.2x_1^2 + x_2 - 0.1x_1x_2 - 0.7 = 0 \end{cases}</math> <p>с точностью <math>\varepsilon = 10^{-2}</math>.</p> </li> </ol>
ОПК-2.2	Оценивает результаты новых научных разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений прикладных задач	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Составные квадратурные формулы.</li> <li>Идея метода конечных разностей.</li> <li>Сетки и сеточные функции.</li> <li>Аппроксимация дифференциальных операторов методом сеток.</li> <li>Устойчивость конечно-разностных схем.</li> <li>Процесс Либмана.</li> <li>Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи.</li> <li>Методы Эйлера и Эйлера-Коши.</li> <li>Метод Рунге-Кутты.</li> <li>Постановка задачи линейного программирования. Примеры.</li> <li>Симплекс-метод.</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Вычислить спектральный радиус матрицы <math display="block">A = \begin{pmatrix} 5 &amp; 1 &amp; 2 \\ 1 &amp; 4 &amp; 1 \\ 2 &amp; 1 &amp; 3 \end{pmatrix}</math> с точностью <math>\varepsilon = 0,1</math>.</li> <li>Используя преобразование Хаусхолдера,</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>построить <math>QR</math> - разложение матрицы</p> $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 4 \\ 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}.$ <p>3. Методом простых итераций с точностью <math>\varepsilon = 0,01</math> решить СЛАУ.</p> $\begin{cases} 10x_1 + x_2 + x_3 = 12 \\ 2x_1 + 10x_2 + x_3 = 13 \\ 2x_1 + 2x_2 + 10x_3 = 14 \end{cases}$
		<p><b>Примерные задания для КР:</b></p> <p>Используя таблицу значений функции <math>y = f(x)</math> - <math>Y_i</math>, вычисленную в точках <math>X_i</math>, <math>i = 0, \dots, 3</math> построить интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона, проходящие через точки <math>\{X_i, Y_i\}</math>. Вычислить значение погрешности интерполяции в точке <math>X^*</math>.</p> <p>1. <math>y = \sin(x)</math>, а) <math>X_i = 0.1\pi, 0.2\pi, 0.3\pi, 0.4\pi</math>; б) <math>X_i = 0.1\pi, \frac{\pi}{6}, 0.3\pi, 0.4\pi</math>; <math>X^* = \frac{\pi}{4}</math></p> <p>2. <math>y = \cos(x)</math>, а) <math>X_i = 0, \frac{\pi}{6}, \frac{2\pi}{6}, \frac{3\pi}{6}</math>; б) <math>X_i = 0, \frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{12}, \frac{\pi}{2}</math>; <math>X^* = \frac{\pi}{4}</math></p> <p>3. <math>y = \operatorname{tg}(x)</math>, а) <math>X_i = 0, \frac{\pi}{8}, \frac{2\pi}{8}, \frac{3\pi}{8}</math>; б) <math>X_i = 0, \frac{\pi}{8}, \frac{\pi}{3}, \frac{3\pi}{8}</math>; <math>X^* = \frac{3\pi}{16}</math></p> <p>4. <math>y = \operatorname{ctg}(x)</math>, а) <math>X_i = \frac{\pi}{8}, \frac{2\pi}{8}, \frac{3\pi}{8}, \frac{4\pi}{8}</math>; б) <math>X_i = \frac{\pi}{8}, \frac{5\pi}{16}, \frac{3\pi}{8}, \frac{\pi}{2}</math>; <math>X^* = \frac{\pi}{3}</math></p> <p>5. <math>y = \ln(x)</math>, а) <math>X_i = 0.2, 0.6, 1.0, 1.4</math>; б)</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$X_i = 0.2, 0.6, 1.0, 1.4; X^* = 0.8$
ОПК-2.3	Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения прикладных задач	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Формула Ньютона-Котеса.</li> <li>2. Формулы Ньютона-Котеса и оценки погрешности для 1-го и 2-х узлов.</li> <li>3. Формулы Ньютона-Котеса и оценки погрешности для 3-х узлов.</li> <li>4. Проверить для дифференциального уравнения условия теоремы существования и единственности.</li> <li>5. На какие основные группы подразделяются приближенные методы решения дифференциальных уравнений?</li> <li>6. В какой форме можно получить решение дифференциального уравнения по методу Эйлера?</li> <li>7. Каков геометрический смысл решения дифференциального уравнения методом Эйлера?</li> <li>8. В какой форме можно получить решение дифференциального уравнения по методу Рунге-Кутты?</li> <li>9. Какой способ оценки точности используется при приближенном интегрировании дифференциальных уравнений методами Эйлера и Рунге-Кутты?</li> <li>10. Как вычислить погрешность по заданной формуле, используя метод двойного пересчета?</li> </ol> <p><b>Примерные задания для СР:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычислите предел многочлена: <math>2 \cdot x^3 - 3 \cdot x^2 + 3</math>.</li> <li>2. Построить график функций <math>z = \sin(x^2 + y^2)</math> для <math>x</math> от <math>-2</math> до <math>2</math> и <math>y</math> от <math>-2</math> до <math>2</math>.</li> <li>3. Построить методом наименьших квадратов две эмпирические формулы: линейную и квадратичную.</li> <li>4. В случае линейной функции <math>y = ax + b</math> задача сводится нахождению параметров <math>a</math> и <math>b</math> из системы линейных уравнений</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$\begin{cases} M_{x^2}a + M_x b = M_{xy} \\ M_x a + b = M_y \end{cases}, \text{ где}$ $M_{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$ $M_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i, \quad M_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ <p>а в случае квадратичной зависимости <math>y = ax^2 + bx + c</math> к нахождению параметров <math>a</math>, <math>b</math> и <math>c</math> из системы уравнений:</p> $\begin{cases} M_{x^4}a + M_{x^3}b + M_{x^2}c = M_{x^2y} \\ M_{x^3}a + M_{x^2}b + M_x c = M_{xy} \\ M_{x^2}a + M_x b + c = M_y \end{cases},$ <p>где,</p> $M_{x^3} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^3,$ $M_{x^2y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i$ <p>Выбрать из двух функций наиболее подходящую. Для этого составить таблицу для подсчета суммы квадратов уклонов по формуле (6.1). Исходные данные взять из таблицы 6.</p> <p><b>Примерные практические задания для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычислите неопределенный интеграл: <math>\int (x^2 + \cos x) dx</math>.</li> <li>2. Вычислите определенный интеграл: <math>\int_0^1 \sqrt{x^2 + 1} dx</math>.</li> <li>3. Составить программу для нахождения приближающих функций заданного типа с выводом значений их параметров и соответствующих им сумм квадратов уклонов. Выбрать в качестве приближающих функций следующие: <math>y = ax + b</math>, <math>y = ax^m</math>, <math>y = ae^{mx}</math>. Провести</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		линеаризацию. Определить для какого вида функции сумма квадратов уклонений является наименьшей.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Численные методы» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (5 семестр) и экзамена (6 семестр).

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.