



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ
АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

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	4
Семестр	8

Магнитогорск
2025 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

14.01.2025, протокол № 5

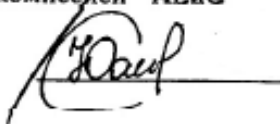
Зав. кафедрой

 Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

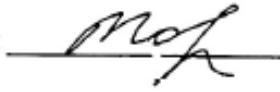
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель

 Ю.В. Сомова

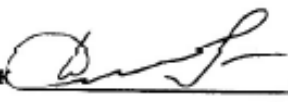
Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук

 О.А. Торшина

Рецензент:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук

 Д.М. Долгушин

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 решения нелинейных алгебраических уравнений» являются: освоение основных идей методов, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Численные методы математической физики

Элементы вариационного исчисления

Уравнение математической физики

Математический анализ

Физика

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 решения нелинейных алгебраических уравнений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 78,75 акад. часов;
- аудиторная – 77 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,75 акад. часов;
- самостоятельная работа – 65,25 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

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. Решение нелинейных алгебраических уравнений								
1.1 Метод деления отрезка пополам	8	4	6		8	Изучение учебной и научной литературы.	Проверка изучения основной и дополнительной литературы.	
1.2 Метод касательных		4	6		8	Подготовка к лабораторному занятию.	Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	
1.3 Метод хорд		3	4		10	Решение задач.	Проверка изучения основной и дополнительной литературы.	
1.4 Метод простой итерации		2	4		8	Подготовка к лабораторному занятию.	Опрос, обсуждение. Отчет о выполнении лабораторных работ.	
1.5 Метод парабол		2	4		6	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	
Итого по разделу		15	24		40			
2. Решение систем нелинейных уравнений								
2.1 Метод Ньютона	8	6	8		11	Изучение учебной и научной литературы.	Контрольная работа. Отчет о выполнении лабораторных работ.	
2.2 Локальная сходимость метода Ньютона		4	6		8,25	Изучение учебной и научной литературы.	Опрос, обсуждение.	

2.3 Методы с конечно-разностными производными для решения систем нелинейных уравнений		8	6		2	Подготовка к лабораторному занятию.	Отчет о выполнении лабораторных работ.	
Итого по разделу		18	20		25,25			
Итого за семестр		33	44		61,25		зачёт	
Итого по дисциплине		33	44		65,25		зачет	

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 (модуля)

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/1/1130353/2551.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/1/1136419/3139.pdf&view=true>. - Макрообъект.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

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

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.

По дисциплине «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение заданий лабораторных работ.

Примерные аудиторные задания:

1) Исследовать уравнение $f(x)=0$ на отрезке $[a; b]$ на существование и единственность корня с помощью аналитического и графического методов.

2) Вычислить корень методом половинного деления с погрешностью $\varepsilon = 0,01$.

Варианты заданий:

1. $f(x) = x^2 - 2x - 5, a = 1, b = 3;$
2. $f(x) = x^3 - 3x^2 - 10, a = 1, b = 2;$
3. $f(x) = x^3 - 3x^2 - 10, a = 3, b = 4;$
4. $f(x) = x^4 - 4x^3 + 3x^2 - 2x - 2, a = -1, b = 0;$
5. $f(x) = x^4 - 5x^3 - 4x^2 - 3x + 12, a = -4, b = -3;$
6. $f(x) = x^4 - 3x^3 + 3x^2 - 12, a = -1, b = 0;$
7. $f(x) = x^4 - 8x^3 - 2x^2 + 16x - 3, a = 0, b = 1;$
8. $f(x) = x^4 - 5x^3 - 4x^2 - 3x + 12, a = 1, b = 2;$
9. $f(x) = x^4 - 3x^3 + 3x^2 - 12, a = 2, b = 3;$
10. $f(x) = x^4 - 8x^3 - 2x^2 + 16x - 3, a = -2, b = -1;$
11. $f(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + 7, a = -2, b = -1;$
12. $f(x) = x^3 - 0,2x^2 + 0,5x + 1,5, a = -1, b = 0;$
13. $f(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + 7, a = 1, b = 2;$
14. $f(x) = x^5 + 2x + 5, a = -2, b = 0;$
15. $f(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + 7, a = 2, b = 3.$

3) Определить с точностью 0,001 корень уравнения $f(x)=0$, принадлежащий заданному отрезку $[a; b]$ с помощью метода касательных. Сделать выводы.

Варианты заданий:

1. $f(x) = x^4 - 5x^3 - 4x^2 - 3x + 12$, $a = 1$, $b = 2$;
2. $f(x) = x^4 - 3x^3 - 10$, $a = 2$, $b = 4$;
3. $f(x) = x^4 - 4x^2 + 5x - 7$, $a = 1$, $b = 3$;
4. $f(x) = x^4 + 8x^2 = 3$, $a = 0$, $b = 2$;
5. $f(x) = x^4 - 3x^3 + 2x^2 - x + 0,5$, $a = 0$, $b = 3$;
6. $f(x) = -x^4 + 5x^3 + 4x^2 + x - 3$, $a = 0$, $b = 2$;
7. $f(x) = x^3 + 5x^2 - 20x + 3$, $a = 1$, $b = 3$;
8. $f(x) = x^4 - x^3 + 9x^2 + 8x - 12$, $a = -2$, $b = 0$;
9. $f(x) = 3x^4 - x^3 + 12x^2 - x - 1$, $a = -1$, $b = 1$;
10. $f(x) = x^4 + 3x^3 - 10x^2 - 7x - 9$, $a = 2$, $b = 4$;
11. $f(x) = x^4 - 6x^2 - 8x - 1$, $a = -2$, $b = 0$;
12. $f(x) = -x^4 + x^3 + 6x^2 + 8x - 10$, $a = 2$, $b = 4$;
13. $f(x) = -x^3 + 5x^2 - 7x + 1$, $a = -1$, $b = 1$;
14. $f(x) = x^4 + 4x^3 + 6x^2 + 12x - 10$, $a = 0$, $b = 1$;
15. $f(x) = x^4 - 2x^3 + 8x^2 + 6x - 3$, $a = 3$, $b = 5$.

Примерные задания для лабораторных работ:

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

Примерные задания для аудиторных контрольных работ (АКР):

Определить с помощью метода хорд корень уравнения $f(x) = 0$, принадлежащий заданному отрезку $[a; b]$ с точностью 0,001. Отрезок выбрать самостоятельно. Сделать выводы.

Варианты заданий:

1. $x e^x + x^2 - 1 = 0;$
2. $4^x - 5x - 2 = 0;$
3. $\ln(x+1) - x^3 + 1 = 0;$
4. $x^4 - 2x - 1 = 0;$
5. $\operatorname{tg} x - 5x^2 + 1 = 0, \quad x \in [-1, 1];$
6. $3\sqrt{x+1} - e^x - 0,5 = 0;$
7. $10^x - 5x - 2 = 0;$
8. $\ln(x+2) - x^4 + 0,5 = 0;$
9. $x^6 - 5x - 2 = 0;$
10. $\sqrt{x+2} - 2\cos x = 0;$
11. $\lg(x+1) - x + 0,5 = 0;$
12. $x^6 - 5x^3 - 2 = 0;$
13. $\lg(2x+1) - x^3 + 1 = 0;$
14. $x^5 - 7x^2 + 3 = 0;$
15. $x \lg(x+2) + x^2 - 1 = 0.$

Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений» за семестр. Проводиться за 8 семестр в форме зачета.

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства	
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности			
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики	Перечень некоторых теоретических вопросов к зачету: 1. Этапы решения уравнения с одной неизвестной. 2. Способы отделения корней. 3. Каким образом графическое отделение корней уточняется с помощью вычислений? 4. Дать словесное описание алгоритма метода половинного деления. 5. Необходимые условия сходимости метода половинного деления.	
		Примерные практические задания : Выполнить отделение корней графически и численно (точность $\mathcal{E} = 10^{-1}$)	
		Метод	Уравнение
Метод	Уравнение		
К	$x + x \ln(x + 0.5) - 0.5 = 0$		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства	
		К	$x^{2^x} - 1 = 0$
		Х	$x^3 - 2x^2 + x - 3 = 0$
		К	$x^3 + 12x - 2 = 0$
		Х	$5x - 8\ln(x) - 8 = 0$
		К	$x^4 + 0.5x^3 - 4x^2 - 3x - 0.5 = 0$
		Х	$x - \sin(x) - 0.25 = 0$
		К	$x^3 - 6x^2 + 20 = 0$
		Х	$5x^3 + 10x^2 + 5x - 1 = 0$
		К	$0.1x^2 - x\ln(x) = 0$
		Примерные задания для КР	
Определить с точностью 0,001 корень уравнения $f(x)=0$, принадлежащий заданному отрезку $[a;b]$ с помощью метода касательных. Сделать выводы.			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Варианты заданий: 1. $f(x) = x^4 - 5x^3 - 4x^2 - 3x + 12$, $a = 1$, $b = 2$; 2. $f(x) = x^4 - 3x^3 - 10$, $a = 2$, $b = 4$; 3. $f(x) = x^4 - 4x^2 + 5x - 7$, $a = 1$, $b = 3$; 4. $f(x) = x^4 + 8x^2 = 3$, $a = 0$, $b = 2$; 5. $f(x) = x^4 - 3x^3 + 2x^2 - x + 0,5$, $a = 0$, $b = 3$; 6. $f(x) = -x^4 + 5x^3 + 4x^2 + x - 3$, $a = 0$, $b = 2$; 7. $f(x) = x^3 + 5x^2 - 20x + 3$, $a = 1$, $b = 3$; 8. $f(x) = x^4 - x^3 + 9x^2 + 8x - 12$, $a = -2$, $b = 0$; 9. $f(x) = 3x^4 - x^3 + 12x^2 - x - 1$, $a = -1$, $b = 1$; 10. $f(x) = x^4 + 3x^3 - 10x^2 - 7x - 9$, $a = 2$, $b = 4$; 11. $f(x) = x^4 - 6x^2 - 8x - 1$, $a = -2$, $b = 0$; 12. $f(x) = -x^4 + x^3 + 6x^2 + 8x - 10$, $a = 2$, $b = 4$; 13. $f(x) = -x^3 + 5x^2 - 7x + 1$, $a = -1$, $b = 1$; 14. $f(x) = x^4 + 4x^3 + 6x^2 + 12x - 10$, $a = 0$, $b = 1$; 15. $f(x) = x^4 - 2x^3 + 8x^2 + 6x - 3$, $a = 3$, $b = 5$.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики	Примерные задания для ЛР: Решить систему уравнений с помощью метода Ньютона. Результаты получить с точностью $\varepsilon = 0,001$. Начальные приближения найти графически. Варианты заданий: 1. $tg(xy + 0,1) = x^2, 0,5x^2 + 2y^2 = 1;$ 2. $tg(xy + 0,2) = x^2, 0,6x^2 + y^2 = 1;$ 3. $tg(xy + 0,4) = x^2, 0,8x^2 + 2y^2 = 1;$ 4. $tg(xy) = x^2, 0,5x^2 + 2y^2 = 1;$ 5. $tg(xy + 0,2) = x^2, 0,7x^2 + 2y^2 = 1;$ 6. $tg(xy + 0,1) = x^2, 0,6x^2 + 2y^2 = 1;$ 7. $tg(xy + 0,3) = x^2, 0,8x^2 + 2y^2 = 1;$ 8. $tg(xy + 0,4) = x^2, 0,6x^2 + 2y^2 = 1;$ 9. $tg(xy + 0,1) = x^2, 0,8x^2 + 2y^2 = 1;$ 10. $tg(xy) = x^2, 0,6x^2 + 2y^2 = 1;$ 11. $tg(xy + 0,1) = x^2, 0,9x^2 + 2y^2 = 1;$ 12. $tg(xy + 0,3) = x^2, 0,5x^2 + 2y^2 = 1;$ 13. $tg(xy + 0,4) = x^2, 0,5x^2 + 2y^2 = 1;$ 14. $tg(xy + 0,2) = x^2, 0,9x^2 + 2y^2 = 1;$ 15. $tg(xy + 0,5) = x^2, 0,1x^2 + 2y^2 = 1.$
		Примерные практические задания для экзамена: 1. Локализация корней 2. Теория погрешностей 3. Метод Ньютона 4. Модификации метода Ньютона 5. Метод Стеффенсена

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		6. Метод секущих 7. Задача «лоцмана» 8. Метод хорд 9. Метод простой итерации. Примерные задания для СР: 1. Что такое корень уравнения? 2. Приведите пример уравнения, имеющего несколько корней на заданном интервале значений переменной. 3. Как при отделении корней определяются интервалы, на которых уравнение имеет ровно один корень? 4. Проиллюстрируйте метод дихотомии, используя график заданной функции. 5. Можно ли заранее определить, сколько шагов потребуется для уточнения корня методом дихотомии с заданной точностью на заданном интервале? Обоснуйте ответ. 6. Можно ли использовать метод дихотомии, если на заданном интервале имеется несколько корней уравнения? Обоснуйте ответ. 7. Каков будет результат использования метода дихотомии, если на заданном интервале нет корней уравнения? 8. Как проверить, что полученное значение переменной близко к корню уравнения?
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	Примерное задание для зачета: Выполнить доказательство теоремы. Пусть $r > 0$, $x_0 \in R^n$, $F : R^n \rightarrow R^n$, и предположим, что функция F непрерывно дифференцируема в $N(x_0, r)$. Пусть для заданных векторной и индуцированной операторной норм

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$J \in Lip_\gamma(N(x_0, r))$, причем $J(x_0)$ не вырожден, и существуют константы $\beta, \eta \geq 0$, такие, что $\ J(x_0)^{-1}\ \leq \beta, \quad \ J(x_0)^{-1}F(x_0)\ \leq \eta.$ Примерные задания для КР Изучение численных методов решения нелинейного уравнения на примере задачи определения значений связанных физико-химических параметров. 1. $\sin(x+0,5)-0,3(x-0,2)^2 = 0$; найти меньший корень 2. $\cos(x+1)-0,2(x-0,7)^2 = 0$; найти больший корень 3. $\sin(x+0,7)-0,5e^{(x-0,2)} = 0$; найти меньший корень 4. $\cos(x+0,2)+0,5e^{(x-1)} - 0,8 = 0$; найти больший корень 5. $\sin(1-2x)-0,5e^{(x-0,7)} = 0$; найти больший корень 6. $\cos(2x-0,7)-0,3e^{(0,5-x)} = 0$; найти больший корень 7. $\sin(0,3-x)+0,5(x-0,1)^2 = 0$; найти меньший корень 8. $\cos(0,6-x)+0,1(x-1)^2 - 0,3 = 0$; найти меньший корень

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		9. $\sin(2x+0,5)-0,7\ln(x+3,2) = 0$; найти больший корень 10. $\cos(1,8x-0,3)+0,5\ln(x+3,2) = 0$; найти больший корень 11. $\sin(1,9x-0,5)+0,3\ln(x+3,2) = 0$; найти больший корень 12. $\sin(1,3x-2,3)+0,6\ln(x+4) = 0$; найти меньший корень Примерные задания для ЛР: Задание: определить с точностью 0,001 корень уравнения $f(x)=0$, принадлежащий отрезку $[a; b]$ с помощью метода парабол. Отрезок выбрать самостоятельно. Сделать выводы. Варианты заданий: $3x^4 + 4x^3 - 12x^2 - 5 = 0$; $(x - 4)^2 \log_{0,5}(x - 3) = -1$; $x^2 \cos(2x) = -1$; $(x - 2)^2 2^x = -1$; $((x - 2)^2 - 1)2^x = 1$; $(x - 2)\cos x = 1$; $(x - 2)^3 \lg(x + 11) = 1$; $5\sin x = x - 1$; $x^4 3^x = 2$;

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		10. $2\lg x - \frac{x}{3} + 1 = 0$; 11. $x - \sin x = 0,35$; 12. $\sqrt{x} - \cos(0,37 + x) = 0$; 13. $\sin(0,5 + x) = 2x - 0,5$; 14. $\ln x + (x + 1)^3 = 0$.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Перечень тем для подготовки к зачету:

1. Теория погрешностей
2. Как исследовать функцию с помощью инструментальных средств?
3. Как построить график с помощью инструментальных средств?
4. Перечислите методы решения систем нелинейных уравнений.
5. Сформулируйте постановку задачи линейной оптимизации.
6. Отделение корней уравнения (графически и аналитически). Уточнение корня методом половинного деления.
7. Локализация корней
8. Уточнение корня уравнения методом хорд.
9. Уточнение корня уравнения методом касательных.
10. Метод Ньютона
11. Модификации метода Ньютона
12. Метод Стеффенсена
13. Метод секущих
14. Задача «лоцмана»
15. Метод простой итерации.

Показатели и критерии оценивания:

– 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.