

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Социально-экономический институт

Кафедра высшей математики

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания для
самостоятельной работы обучающихся

ФТД.02 – ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Направление подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»

Направленность (профиль) – «Кадастр недвижимости»

Квалификация – магистр

Количество зачётных единиц (часов) – 2 (72)

г. Екатеринбург, 2023

Разработчик: старший преподаватель



С.С. Рублева

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры высшей математики
(протокол № 6 от «8» февраля 2023 года)



А.Ю. Вдовин

Заведующий кафедрой

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической
комиссией институтом леса и природопользования

(протокол № 5 от «28» февраля 2023 года)



О.В. Сычугова

Председатель методической комиссии ИЛП

Рабочая программа утверждена директором институтом леса и природопользования

Директор ИЛП



З.Я. Нагимов

«01» марта 2023 года

Оглавление

1. Общие положения.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины	6
5.2. Содержание занятий лекционного типа	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа.....	8
5.4. Детализация самостоятельной работы.....	9
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	11
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	11
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	12
Примерные тестовые задания (текущий контроль).....	15
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций.....	16
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся.....	17
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	18
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19

1. Общие положения

Наименование дисциплины – Прикладная математика, относится к блоку ФТД учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» (профиль – Кадастр недвижимости), является *факультативной* дисциплиной.

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Прикладная математика» являются:

–Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации", утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;

–Приказ Минобрнауки России № 245 от 06.04.2021 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

– Профессиональный стандарт «Специалист в сфере кадастрового учета и государственной регистрации прав» (Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 № 718н)

– Профессиональный стандарт «Специалист в области инженерно-геодезических изысканий для градостроительной деятельности» (утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.10.2021 № 746н)

– Профессиональный стандарт «Землеустроитель» (утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29.06.2021 № 434н).

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» (уровень магистратура), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 945 от 11.08.2020 г.

–Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 21.04.02 – Землеустройство и кадастры (профиль - кадастр недвижимости), подготовки магистров по очной, очно-заочной и заочной форме обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №6 от 16.03.2023) и утвержденный ректором УГЛТУ (16.03.2023).

Обучение по образовательной программе 21.04.02 – Землеустройство и кадастры (профиль - Кадастр недвижимости) осуществляется на русском языке.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Цель дисциплины состоит в знакомстве обучающихся с основами аппарата теории интерполяции и аппроксимации функций для формирования представлений о соответствующих методах и технологиях выполнения исследований, обоснования их результатов; развитию у обучающихся способности к самореализации и развитию творческого потенциала, креативного мышления, способности к поиску вариантов решения профессиональных задач с привлечением математического аппарата в условиях цифровизации экономики.

Задачи дисциплины состоят в формировании у обучающихся:

– представления о том, что решение, полученное каким-либо численным методом, обычно является приближённым, что следует учитывать при выполнении исследований, а также оценке полученных результатов научных разработок;

– системы основных понятий, связанных с учётом погрешностей округления при выполнении арифметических действий;

– навыков использования интерполяционных функций (многочленов) различной природы, а также функций наилучшего среднеквадратического приближения, полученных с применением метода наименьших квадратов необходимых для осуществления технологии выполнения исследований.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

УК-1 - способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-4 Способен определять методы, технологии выполнения исследований, оценивать и обосновывать результаты научных разработок в землеустройстве, кадастрах и смежных областях.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- наиболее распространённые постановки прикладных задач и оригинальные методы, технологии выполнения исследований, их решения на основе системного подхода;

уметь:

- находить нестандартные решения, оценивать и обосновывать результаты научных разработок;

- осуществлять критический анализ проблемных ситуаций и использовать творческие способности для обеспечения успешной профессиональной деятельности;

владеть:

- навыками критического анализа на основе системного подхода;

- полученными знаниями для реализации творческого потенциала в профессиональной деятельности и обосновывать результаты научных разработок;

- навыками самостоятельного формулирования и решения задач, возникающих в ходе научно-исследовательской деятельности;

- навыками профессионального самосовершенствования, развития инновационного мышления и творческого потенциала.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к факультативным дисциплинам по выбору, что позволяет расширить полученные знания при формировании в процессе обучения у магистранта универсальных компетенций в рамках выбранной программы обучения.

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
	Методология научных исследований Мониторинг природных ресурсов Организация научно-исследовательской и образовательной деятельности	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов		
	Очно-заочная	заочная форма	Очная форма
Контактная работа с преподавателем*:	10,25	10,25	30
лекции (Л)	4	4	10
практические занятия (ПЗ)	6	6	20
иные виды контактной работы	0,25	0,25	-
Самостоятельная работа обучающихся:	61,75	61,75	42
изучение теоретического курса	28	28	42
подготовка к текущему контролю	30	30	-
подготовка к промежуточной аттестации	3,75	3,75	-
Вид промежуточной аттестации:	зачет	зачет	-
Общая трудоемкость, з.е./часы	2/72	2/72	2/72

*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

очно- заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1 Элементы теории погрешностей.	0,5	1		1,5	12
2	Раздел 2 Постановка задачи приближения функций, интерполяционный многочлен Лагранжа, его погрешность.	0,5	1,5		2	12
3	Раздел 3. Интерполяционные формулы Ньютона для неравномерных и равномерных сеток.	1	1,5		2,5	12
4	Раздел 4. Интерполяция кусочно-кубическими сплайнами.	1	1		2	12
5	Раздел 5. Аппроксимация методом наименьших квадратов.	1	1		2	10
Итого по разделам:		4	6		10	58
Промежуточная аттестация		x	x	x	0,25	3,75

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
Всего часов:		72				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1 Элементы теории погрешностей.	0,5	1		1,5	12
2	Раздел 2 Постановка задачи приближения функций, интерполяционный многочлен Лагранжа, его погрешность.	0,5	1,5		2	12
3	Раздел 3. Интерполяционные формулы Ньютона для неравномерных и равномерных сеток.	1	1,5		2,5	12
4	Раздел 4. Интерполяция кусочно-кубическими сплайнами.	1	1		2	12
5	Раздел 5. Аппроксимация методом наименьших квадратов.	1	1		2	10
Итого по разделам:		4	6		10	58
Промежуточная аттестация		х	х	х	0,25	3,75
Всего часов:		72				

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1 Элементы теории погрешностей.	2	4		6	8
2	Раздел 2 Постановка задачи приближения функций, интерполяционный многочлен Лагранжа, его погрешность.	2	4		6	8
3	Раздел 3. Интерполяционные формулы Ньютона для неравномерных и равномерных сеток.	2	4		6	10
4	Раздел 4. Интерполяция кусочно-кубическими сплайнами.	2	4		6	8
5	Раздел 5. Аппроксимация методом наименьших квадратов.	2	4		6	8
Итого по разделам:		10	20		30	42
Промежуточная аттестация						
Всего часов:		72				

5.2. Содержание занятий лекционного типа

Раздел 1. Элементы теории погрешностей.

- 1.1. Источники и классификация погрешностей.
- 1.2. Точные и приближенные числа, правила округления чисел.
- 1.3. Математические характеристики точности приближённых чисел.
- 1.4. Число верных знаков приближённого числа, связь с абсолютной погрешностью.
- 1.5. Погрешности арифметических действий.
- 1.6. Погрешность вычисления значения функции.

Раздел 2. Постановка задачи приближения функций, интерполяционный многочлен Лагранжа, его погрешность.

- 2.1. Постановка задачи приближения функций
- 2.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа,
- 2.3. Погрешность многочлен Лагранжа.

Раздел 3. Интерполяционные формулы Ньютона для неравномерных и равномерных сеток.

- 3.1. Интерполяционная формула Ньютона для неравномерной сетки.
- 3.2. Интерполяционные формулы Ньютона для равномерных сеток.

Раздел 4. Интерполяция кусочно-кубическими сплайнами.

- 4.1. Существование кубического сплайна.
- 4.2. Построение кубического сплайна.
- 4.3. Виды ограничений на концах промежутка.

Раздел 5. Аппроксимация методом наименьших квадратов.

- 5.1. Метод наименьших квадратов: случай, когда искомая функция линейна относительно параметров.
- 5.2. Линеаризация задачи для некоторых случаев, когда искомая функция является нелинейной относительно параметров.

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час		
			Очно-заочная форма	заочная форма	Очная форма
1	Раздел 1 Элементы теории погрешностей. (Источники и классификация погрешностей. Точные и приближенные числа, правила округления чисел. Математические характеристики точности приближённых чисел. Число верных знаков приближённого числа, связь с абсолютной погрешностью.)	Решение задач	1	1	2
2	Постановка задачи приближения функций, интерполяционный многочлен Лагранжа, его погрешность.	Решение задач	1,5	1,5	2

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час		
			Очно-заочная форма	заочная форма	Очная форма
3	Интерполяционная формула Ньютона для неравномерной и равномерной сеток.	Решение задач	1,5	1,5	2
4	Раздел 4. Интерполяция кусочно-кубическими сплайнами (Построение кубического сплайна. Виды ограничений на концах промежутка)	Решение задач	1	1	2
5	Раздел 5. Аппроксимация методом наименьших квадратов (Метод наименьших квадратов: случай, когда искомая функция линейна относительно параметров. Линеаризация задачи для некоторых случаев, когда искомая функция является нелинейной относительно параметров)	Расчетная работа «Аппроксимация функции МНК»	1	1	2
Итого часов:			6	6	10

5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час		
			Очно-заочная	заочная	Очная форма
1	Раздел 1 Элементы теории погрешностей.	изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю	12	12	8
2	Раздел 2 Постановка задачи приближения функций, интерполяционный многочлен Лагранжа, его погрешность.	изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю	12	12	8
3	Раздел 3. Интерполяционные формулы Ньютона для неравномерных и равномерных сеток.	изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю	12	12	10
4	Раздел 4. Интерполяция кусочно-кубическими сплайнами.	изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю	12	12	8
5	Раздел 5. Аппроксимация методом наименьших квадратов.	изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю	10	10	8
6	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	3,75	3,75	-
Итого:			61,75		42

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине Основная и дополнительная литература

№	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная литература			
1	Балабко, Л.В. Численные методы: учебное пособие / Л.В.	2014	полнотек-

№	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	Балабко, А.В. Томилова; Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2014. – 163 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331 – ISBN 978-5-261-00962-7. – Текст: электронный.		стовый до2ступ при входе по логину и паролю*
2	Олегин, И.П. Введение в численные методы: учебное пособие: [16+] / И.П. Олегин, Д.А. Красноручкий; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 115 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576444 . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3632-5. – Текст: электронный.	2018	полнотекстовый до-ступ при входе по логину и паролю*
<i>Дополнительная литература</i>			
3	Численные методы / Р.Ф. Гильмутдинов, К.Р. Хабибуллина; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Издательство КНИТУ, 2018. – 92 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500887 – Библиогр.: с. 88. – ISBN 978-5-7882-2427-5. – Текст: электронный.	2018	полнотекстовый до-ступ при входе по логину и паролю*

* - прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛУ (<http://lib.usfeu.ru/>), электронно-библиотечная система «Лань». Договор №024/23-ЕП-44-06 от 24.03.2023 г. Срок действия: 09.04.2023-09.04.2024, электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Договор №85-05/2022/0046/22-ЕП-44-06 от 27.05.2022 г. Срок действия: 27.06.2022-26.06.2023, электронная образовательная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ». Лицензионный договор №015/23-ЕП-44-06 от 16.02.2023 г. Срок действия: 01.03.2023 – 28.02.2024;

Справочные и информационные системы

1. справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru/>). Договор сопровождения экземпляров системы КонсультантПлюс №0607/ЗК от 25.01.2023. Срок с 01.02.2023 г по 31.01.2024 г.;

2. справочно-правовая система «Система ГАРАНТ». Свободный доступ (режим доступа: <http://www.garant.ru/company/about/press/news/1332787/>);

3. программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (URL: <https://www.antiplagiat.ru/>). Договор №6414/0107/23-ЕП-223-03 от 27.02.2023 года. Срок с 27.02.2023 г по 27.02.2024 г.;

4. Информационная система 1С: ИТС (<http://its.1c.ru/>). Режим доступа: свободный

Профессиональные базы данных

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика (<http://www.gks.ru/>). Режим доступа: свободный.

2. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Акционерное общество «Информационная компания «Кодекс» (<https://docs.cntd.ru/>). Режим доступа: свободный.

3. Экономический портал (<https://institutiones.com/>). Режим доступа: свободный.

4. Информационная система РБК (<https://ekb.rbc.ru/>). Режим доступа: свободный.

5. Официальный интернет-портал правовой информации (<http://pravo.gov.ru/>). Режим доступа: свободный

6. База полнотекстовых и библиографических описаний книг и периодических изданий (<http://www.ivis.ru/products/udbs.htm>). Режим доступа: свободный

7. ГлавбухСтуденты: Образование и карьера (<http://student.lgl.ru/>). Режим доступа: свободный.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Промежуточный контроль: зачет. Текущий контроль: выполнение практических заданий; выполнение расчетных работ; тестирование.
ОПК-4 Способен определять методы, технологии выполнения исследований, оценивать и обосновывать результаты научных разработок в землеустройстве, кадастрах и смежных областях	Промежуточный контроль: зачет. Текущий контроль: выполнение практических заданий; выполнение расчетных работ; тестирование.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы зачета (промежуточный контроль формирования компетенции УК-1, ОПК-4)

зачтено - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

зачтено - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные магистрантом с помощью «наводящих» вопросов;

зачтено - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания магистрантом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

не зачтено - магистрант демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Критерии оценивания практических заданий, расчетных работ (текущий контроль формирования компетенции УК-1, ОПК-4)

отлично: выполнены все задания, магистрант четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

хорошо: выполнены все задания, магистрант без с небольшими ошибками ответил на все контрольные вопросы.

удовлетворительно: выполнены все задания с замечаниями, магистрант ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

неудовлетворительно: магистрант не выполнил или выполнил неправильно задания, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенции УК-1, ОПК-4)

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «*отлично*»;

71-85% заданий – оценка «*хорошо*»;

51-70% заданий – оценка «*удовлетворительно*»;

менее 51% - оценка «*неудовлетворительно*».

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль)

1. Математические характеристики точности приближенных чисел, связь между ними.
2. Основные правила округления приближенных чисел.
3. Верные знаки в записи приближённого числа.
4. Связь абсолютной и относительной погрешностей приближённого числа с количеством верных знаков.
5. Оценка погрешности функции приближённых аргументов (общая формула теории погрешностей).
6. Правила погрешности арифметических действий: абсолютная погрешность суммы и разности относительная погрешность произведения, частного, степени и корня.
7. Постановка задачи интерполирования.
8. Единственность интерполяционного многочлена.
9. Остаточный член интерполяционного полинома.
10. Интерполяционный полином Лагранжа, его погрешность.
11. Разделённые разности, рекуррентные формулы для их расчёта.
12. Выражение разделённых разностей через узловые значения функции.
13. Выражение остаточного члена интерполяционного полинома через разделённую разность.

14. Интерполяционный полином Ньютона с разделёнными разностями.
15. Конечные разности и их свойства.
16. Интерполяционные формулы Ньютона, погрешности формул Ньютона.
17. Интерполяционный кубический сплайн.
18. Сведение задачи нахождения сплайна к решению системы линейных уравнений.
19. Типы кубического сплайна в зависимости от ограничений в крайних точках.
20. Минимизирующее свойство кубического сплайна.
21. Постановка задачи аппроксимации, её геометрическая интерпретация.
22. Метод наименьших квадратов.
23. Метод получения нормальной системы уравнений, её вид.
24. Возможность сведения задачи аппроксимации экспериментальных данных нелинейной функцией к решению системы линейных алгебраических уравнений.

Пример заданий для расчетных работ (текущий контроль)

Образец варианта расчетной работы «Интерполяция функции».

1. По заданным значениям в узловых точках

x_i	0	1	3	5
y_i	1	2	8	32

построить приближение функции $y=f(x)$ в виде:

- 1) интерполяционного многочлена Лагранжа;
 - 2) интерполяционного многочлена Ньютона;
- Определить значение приближения в точке $x^*=2$.

2. Построить приближение функции $f(x)$ с помощью интерполяционного многочлена Ньютона, по значениям в узловых точках $(x_i, f(x_i))$, $i=1,2,3,4,5$. Оценить точность приближения в точке x^* : $f(x) = \ln x$, $x = (3,4,5,6,7)$, $x^* = 4,5$;

Образец варианта расчетной работы «Приближение функции МНК».

1. По заданным значениям в узловых точках

x_i	0	1	3	5
y_i	1	2	8	32

построить приближение функции $y=f(x)$ МНК в виде:

- 1) линейной функции $y = ax + b$
 - 2) кривой $y=ae^{bx}$.
- Построить графики приближений.

Практические задания (примеры) (текущий контроль)

1. Определить какое из приближённых равенств точнее. $\frac{13}{17} \approx 0,895$ или $\sqrt{52} \approx 7,21$.
2. Вычислить абсолютные и относительные погрешности чисел, если все цифры в записи верные.
 - a) $a = -2,007$, b) $a = 3,5 \cdot 10^{-3}$, в) $a = 2,0989$.
3. Определить верные цифры чисел. Округлить числа с сохранением верных цифр, найти погрешности результата. a) $90,23 \pm 2,24$; b) $a = -0,40$, $\delta(a) = 3\%$.
4. Даны числа $a = -0,5$; $b = 5.600$; $c = 0,907$; $d = 7,090$ и их погрешности -

$\Delta(a) = 0,043$; $\Delta(c) = 0,04$; $\Delta(d) = 0,01$. Вычислить приближенно значение функции

$$f(a,b,c,d) = \frac{a-d^2}{(a+c)^2} + \frac{3}{2}(a+bc^2), \text{ определить } \Delta(f), \delta(f) \text{ и верные цифры. Значение}$$

функции $f(a,b,c,d)$ округлить, оставив в нём лишь верные цифры.

5. Для функции $f(x) = -3x^3 + 2,2x^2 + 4,4x + 1$ построить таблицу значений на отрезке $[-1, 4; 0]$, разбив его на 8 равных частей (расчёты проводить с четырьмя знаками после запятой).

Определить абсолютные и относительные погрешности в узлах разбиения.

6. По значениям функции $f(x) = \sqrt{x}$, в узловых точках $x = (0, 2, 5, 7)$, заданным с четырьмя верными знаками, построить полином Лагранжа, определить значение функции в точке $x^* = 6$ и оценить погрешность результата.

7. По данным задачи 6 построить полином Ньютона, определить значение функции в точке x^* и оценить погрешность результата.

8. По значениям функции $f(x) = e^x$, $x = \{0, 2, 4, 6, 8\}$, заданным с четырьмя верными знаками, построить полином Ньютона, определить приближенное значение функции в точке $x^* = 5$ и оценить погрешность результата.

9. Найти кубический сплайн, проходящий через точки $(0;0,0)$, $(1;0,5)$, $(2;2,0)$, $(2;2,0)$, $(3;1,5)$ с граничными условиями $S''(0) = 0$ и $S''(3) = 0$.

10. Теоретическая зависимость x и y имеет вид: $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$. Определить неизвестные параметры a_0, a_1, a_2 , на основе данных эксперимента:

x	2,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0
y	1,9	1,7	1,8	1,6	1,5	1,4

11. Наблюдаемая зависимость изменения температуры прибора - Δ от продолжительности его работы - t приведены в таблице:

Δ	18,9	16,9	14,9	12,9	10,9	8,9
t	3,45	10,87	19,30	22,8	40,10	53,75

при этом теоретически $\Delta = \frac{t}{bt+a}$. Определить параметры a и b .

Примерные тестовые задания (текущий контроль)

1. Для набора точек $\{x_i, y_i\} \ i=0,1,\dots,n$ укажите формулу построения приближения функции $y = \frac{a}{x+b}$ методом наименьших квадратов (МНК)

1) $S = \sum_{i=0}^n \left(\frac{a}{x_i + b} - y_i \right)^2$	2) $S = \sum_{i=0}^n \left(ax_i^2 + bx_i + c - y_i \right)^2$
3) $S = \sum_{i=0}^n \left(ax_i^2 + bx_i + \tilde{n} - y_i \right)$	4) $S = \sum_{i=0}^n \left(\frac{a}{x_i + b} - y_i \right)$
5) $S = \sum_{i=0}^n \left(ax_i^2 + bx_i + \tilde{n} - x_i \right)^2$	6) $S = \sum_{i=0}^n \left(\frac{a}{x_i + b} - x_i \right)^2$

2. Данные представлены в виде таблицы

x_i	x_0	x_1	\dots	x_n
y_i	y_0	y_1	\dots	y_n

При построении МНК приближения в виде линейной функции $y = ax + b$ возникает система, состоящая из двух уравнений. Если первое уравнение имеет вид $a \sum_{i=0}^n x_i^2 + b \sum_{i=0}^n x_i = \sum_{i=0}^n x_i y_i$, то второе уравнение будет выглядеть..... (свой вариант ответа)

3. Для определения коэффициентов a и b показательной функции $y = b2^{ax}$ МНК задача сводится к линейному случаю $Y = Ax + B$, где

1) $Y = \log_2 y, \quad B = \log_2 b, \quad A = 2^a$	2) $Y = \log_2 y, \quad A = \log_2 a, \quad B = b$
3) $Y = y, \quad B = 2^b, \quad A = a$	4) $Y = 2^y, \quad B = 2^b, \quad A = a$

4. По значениям

x_i	-2	0	1
y_i	1	2	1

строится приближение функции $y=f(x)$ в виде интерполяционного многочлена Лагранжа $L_2(x)$. Тогда...

1) $L_2(x) = \frac{(x+2)x}{3 \cdot 1} + \frac{x(x-1)}{(-2)(-3)} + \frac{(x+2)(x-1)}{4 \cdot 1}$
2) $L_2(x) = \frac{x(x-1)}{(-3) \cdot (-2)} + 2 \frac{(x+2)(x-1)}{2 \cdot (-1)} + \frac{(x+2)x}{3 \cdot 1}$

3) $L_2(x) = \frac{x(x-1)}{(-2) \cdot (-3)} + \frac{(x+2)(x-1)}{4 \cdot 1} + \frac{(x+2)x}{3 \cdot 1}$
4) $L_2(x) = \frac{(x+2)x}{3 \cdot 1} + 2 \frac{x(x-1)}{(-2)(-3)} + \frac{(x+2)(x-1)}{4 \cdot 1}$

5. По значениям

x_i	-2	0	1
y_i	1	2	1

построено приближение функции $y=f(x)$ в виде интерполяционного многочлена Лагранжа $L_2(x)$. Тогда приближенное значение $f(-1)$ равно...

(свой вариант ответа).

7. По значениям

x_i	-1	1	3
y_i	2	1	0

строится приближение функции $y=f(x)$ в виде интерполяционного многочлена Ньютона. Тогда разложенная разность первого порядка равна...

1) -0,5	2) 2	3) 3	4) 2,5	5) -1	6) 3,5
---------	------	------	--------	-------	--------

(несколько вариантов ответов)

8. По значениям

x_i	0	1	3
y_i	2	-1	4

заданным точно, построено приближение функции $y=f(x)$ в виде интерполяционного многочлена Ньютона. Тогда погрешность вычисления значения $f(2)$ равна... (свой вариант ответа)

9. Пусть для функции $y = f(x)$, заданной сеткой узлов $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$, построен кубический сплайн $S(x)$. Тогда на концах отрезка выполняется условие...

- 1) $S(a) = S(b) = 0$, 2) $S''(a) = S''(b) = 0$,
- 3) $S''(a) = S''(b) = f\left(\frac{a+b}{2}\right)$, 4) $S'(a) = S'(b) = f'\left(\frac{a+b}{2}\right)$.

7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. Способен оценивать и обосновывать результаты. Дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показывает совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрывает основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Окончательный ответ дается с адекватным использованием научных терминов с подробными и безошибочными</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		выкладками, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы
Базовый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся способен участвовать в осуществлении критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. Не в полной мере способен оценивать и обосновывать результаты. При этом дан достаточно полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки, существенно не влияющие на ход решения задачи или недочеты, исправленные обучающимся с помощью вопросов преподавателя</p>
Пороговый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся может под с посторонней помощью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. Дает неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены ошибки в ходе выполнения задания, вследствие недостаточного понимания обучающимся базовых понятий предмета. В ответе отсутствуют выводы. Не в полной мере продемонстрированы умения решать типовые задачи предмета</p>
Низкий	Не зачтено	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. Не способен оценивать и обосновывать результаты. Демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения, задания билета выполнены не полностью или неправильно; нет ответов на дополнительные вопросы.</p>

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного

участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов и магистрантов).

Самостоятельная работа обучающихся в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности. Самостоятельная работа играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студентов и магистрантов.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать обучающихся в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими магистрами по данной дисциплине.

Выполнение индивидуального задания является обязательным условием допуска обучающегося к зачету, представляет собой изложение в письменном виде результатов теоретического анализа и практической работы обучающегося по определенной теме. Содержание задания зависит от выбранного варианта. Работа представляется преподавателю на проверку к указанному сроку, в соответствии с графиком. Защита индивидуального задания проходит в форме собеседования во время консультаций.

Подготовка к зачёту предполагает:

- изучение рекомендуемой литературы;
- изучение конспектов лекций;
- участие в проводимых контрольных опросах;
- тестирование по модулям и темам.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Данные тесты могут использоваться:

- магистрантами при подготовке к зачету в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических занятиях;
- для проверки остаточных знаний магистрантов, изучивших данный курс.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку магистрантов по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы магистрантов в межсессионный период и о степени их подготовки к зачету.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Применение цифровых технологий в рамках преподавания дисциплины предоставляет расширенные возможности по организации учебных занятий в условиях цифровизации образования и позволяет сформировать у обучающихся навыки применения цифровых сервисов и инструментов в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Для реализации этой цели в рамках изучения дисциплины могут применяться следующие цифровые инструменты и сервисы:

-для коммуникации с обучающимися: VK Мессенджер (https://vk.me/app?mt_click_id=mt-v7eix5-1660908314-1651141140) – мессенджер, распространяется по лицензии FreeWare

-для планирования аудиторных и внеаудиторных мероприятий: Mirapolis – система для организации коллективной работы и онлайн-встреч, распространяется по проприетарной лицензии; Видеозвонок ВКонтакте (<https://vk.com/calls>) – сервис для видеозвожков, распространяется по лицензии ShareWare;

-для совместного использования файлов: @Облако (<https://cloud.mail.ru/>) – сервис для создания, хранения и совместного использования файлов, распространяется по лицензии trialware; Яндекс.Диск – сервис для хранения и совместного использования документов, распространяется по лицензии trialware.

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309. Срок: бессрочно;
- Практические занятия по дисциплине проводятся с применением необходимого методического материала (методические указания, справочники, нормативы и т.п.)

Для дистанционной поддержки дисциплины используется система управления образовательным контентом Moodle. Для работы в данной системе все обучающиеся на первом курсе получают индивидуальные логин и пароль для входа в систему, в которой размещаются : программа дисциплины, материалы для лекционных и иных видов занятий , задания, контрольные вопросы.

Лекции проводятся в обычных аудиториях. Практические занятия проводятся или в обычных аудиториях, или в компьютерном классе с использованием специальных программ. При проведении практических занятий студенты используют учебно-методическую литературу, при необходимости выдается раздаточный материал: таблицы, задания.

Тестовый контроль знаний может проводиться в обычной аудитории и в компьютерном классе.

Информативно-развивающие технологии обучения используются в основном с учетом различного сочетания традиционных форм (лекция, и практическое занятие, консультация, самостоятельная работа).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- операционная система Windows 7, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309. Срок: бессрочно;
- пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309. Срок: бессрочно;
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 1 year Educational Renewal License. Договор №0423/ЗК от 30.08.2022. Срок с 09.10.2022 г. по 09.10.2023 г.;
- система управления обучением LMS Moodle – программное обеспечение с открытым кодом, распространяется по лицензии GNU Public License (rus);
- браузер Yandex (<https://yandex.ru/promo/browser/>) – программное обеспечение распространяется по простой (неисключительной) лицензии;
- пакет прикладных математических программ Scilab 6.1.0 (<https://www.scilab.org/download/6.1.0>) – свободно распространяемое программное обеспечение, распространяется по лицензии GNU General Public License (GPL) v2.0.;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключе-

ния к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Переносное демонстрационное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор). Учебная мебель.
Помещения для самостоятельной работы	Стол компьютерные, стулья. Персональные компьютеры. Выход в Интернет.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи. Раздаточный материал. Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, экраны, ноутбуки). Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования.