



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

17.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НАЧАЛЬНО-КРАЕВЫХ ЗАДАЧ

Направление подготовки (специальность)
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое моделирование

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 13)

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

11.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой С.И. Кадченко С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель И.Ю. Мезин И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р физ.-мат. наук С.И. Кадченко С.И. Кадченко

Рецензент:

доцент кафедры уравнений математической физики ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)",
канд. физ.-мат. наук Г.А. Закирова Г.А. Закирова



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

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 _____ С.И. Кадченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Данный курс направлен на формирование у студентов знаний математических методов, алгоритмов, приобретение практических навыков разработки математических моделей физических и технических систем. Формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Численные методы решения начально-краевых задач входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Иностранный язык в профессиональной деятельности

Учебная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Дополнительные главы функционального анализа

Методология и методы научного исследования

Методы решения экстремальных задач

Обратные задачи спектрального анализа

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

Вычислительные методы линейной алгебры

Дополнительные главы уравнений математической физики

Математическое моделирование

Производственная - научно-исследовательская работа

Современные компьютерные технологии

Современные проблемы прикладной математики и информатики

Вариационные методы математической физики

Дискретные и математические модели

Дополнительные главы комплексного анализа

Информационная безопасность и защита информации

Логическое и функциональное программирование

Современные численные методы математической физики

Спектральная теория дифференциальных операторов

Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма первого рода

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные методы решения начально-краевых задач» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

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

задач

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 20,3 академических часов;
- аудиторная – 17 академических часов;
- внеаудиторная – 3,3 академических часов
- самостоятельная работа – 88 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Начально-краевые задачи. Примеры	2		1/И		6	Изучение дополнительной литературы	Устный опрос	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-2.2
Итого по разделу			1/И		6			
2. Основные понятия теории сеток								
2.1 Аппроксимация простейших параболических и гиперболических уравнений	2		3/И		6	Изучение дополнительной литературы	Устный опрос	ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.2 Элементы теории устойчивости разностных схем			2/И		6	Изучение литературы	Проверка домашнего задания	ОПК-2.3
Итого по разделу			5/И		12			
3. Численные методы решения задачи Коши								
3.1 Методу Рунге-Кутты	2		3/И		10	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Устный опрос	ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.2 Методы с контролем погрешности на временном шаге			3/И		10	Изучение научных статей	Проверка конспектов научных статей	ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу			6/И		20			
4. Примеры решения начально-краевых задач								
4.1 Решение начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности	2		2/И		25	Подготовка алгоритма решения задачи	Проверка алгоритма	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4.2 Решение начально-краевой задачи для волнового уравнения			3/И		25	Подготовка алгоритма решения задачи	Проверка алгоритма	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу			5/И		50			

Итого за семестр		17/8И		88		экзамен,кр	
Итого по дисциплине		17/8И		88		курсовая работа, экзамен	

5 Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные формационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные 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. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

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.

При проведении практических занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, 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.

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 3++ 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. Целых, А. Н. Анализ устойчивости вычислительных схем : учебное пособие / А. Н. Целых, В. С. Васильев, Э. М. Котов. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2018. — 146 с. — ISBN 978-5-9275-2912-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125030> (дата обращения: 01.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Эгамов, А. И. Лабораторная работа «Численное решение начально-краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения в частных производных : учебно-методическое пособие / А. И. Эгамов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. — 15 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144694> (дата обращения: 01.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. — ISBN 978-5-00101-836-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126099> (дата обращения: 01.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гильмутдинов, Р. Ф. Численные методы : учебное пособие / Р. Ф. Гильмутдинов. — Казань : КНИТУ, 2018. — 92 с. — ISBN 978-5-7882-2427-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138451> (дата обращения: 01.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Емельянов, В. Н. Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453264> (дата обращения: 19.04.2020).

2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10891-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454053> (дата обращения: 19.04.2020).

3. Арутюнов, В. А. Применение численных методов для решения задач теплообмена : учебное пособие / В. А. Арутюнов, С. А. Крупенников, И. А. Левицкий. — Москва : МИСИС, 2001. — 75 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117072> (дата обращения: 01.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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
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
Tex Live	свободно	бессрочно
MAXIMA	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	http://materials.springer.com/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Комплекс тестовых заданий для проведения рубежного и промежуточного контроля

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Методы решения задачи Коши.
2. Построение одношаговых методов способом разложения решения в ряд Тейлора.
3. Способ Рунге-Кутты построения одношаговых методов.
4. Построение вычислительных правил на основе принципа последовательного повышения порядка точности результатов.
5. Случай пятого порядка.
6. Методы типа двухсторонних.
7. Многошаговые методы.
8. Практическая оценка погрешности и выбор длины шага.
9. Методы с проверкой погрешности на временном шаге.
10. Методы использующие старшие производные.
11. Решение начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
12. Явная сеточная схема для дифференциального уравнения теплопроводности.
13. Явная сеточная схема для волнового дифференциального уравнения.

Задания для самостоятельной работы

1. Найти численное решение уравнения

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

удовлетворяющего условиям

$$u(x,0) = \sin(\pi x), \quad 0 \leq x \leq 1,$$

$$u(0,t) = u(1,t) = 0, \quad 0 \leq t \leq 1,25$$

используя явные и неявные схемы дискретизации.

2. Найти численное решение уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

удовлетворяющего условиям

$$u(x,0) = \cos(\pi x), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = \sin(\pi x), \quad 0 \leq x \leq 1,$$

$$u(0,t) = u(1,t) = 0, \quad 0 \leq t \leq 1,25$$

используя явные и неявные схемы дискретизации.

Примерные задания для контрольной работы

1. Построить алгоритм численного решения уравнения

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

удовлетворяющего условиям

$$u(x,0) = f(x), \quad 0 \leq x \leq l,$$

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \varphi_0(t), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = \varphi_l(t), \quad 0 \leq t \leq t_*$$

используя явные и неявные схемы дискретизации.

2. Найти численное решение уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

удовлетворяющего условиям

$$u(x,0) = f(x), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = \phi(x), \quad 0 \leq x \leq l,$$

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \varphi_0(t), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = \varphi_l(t), \quad 0 \leq t \leq t_*$$

используя явные и неявные схемы дискретизации.

Перечень вопросов к экзамену

1. Конечно-разностные методы.
2. Явные схемы.
3. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.
4. Методы Рунге-Кутты.
5. Оценка погрешности и сходимости методов Рунге-Кутты.
6. Практическая оценка погрешности и выбор длины шага.
7. Методы с проверкой погрешности на временном шаге.
8. Методы использующие старшие производные.
9. Решение начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
10. Многошаговые методы. Экстраполяционные методы Адамса.
11. Интерполяционные методы Адамса.
12. Методы с контролем погрешности на шаге.

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых работ. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсовой работы. Совпадение тем курсовых работ у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем курсовых работ проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в разделе 7 «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации».

Приложение 2

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине. Проводиться за 2 семестр в форме зачета.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач		
ОПК-2.1	Производит научные исследования для совершенствования и реализации новых математических методов решения прикладных задач	<p>Разработать математические модели решения следующих задач:</p> <p>1. Построить алгоритм численное решение уравнения</p> $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ <p>удовлетворяющего условиям</p> $u(x,0) = f(x), \quad 0 \leq x \leq l,$ $\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _{x=0} = \varphi_0(t), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _{x=l} = \varphi_l(t),$ $0 \leq t \leq t_*$ <p>используя явные и неявные схемы дискретизации.</p> <p>2. Найти численное решение уравнения</p> $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ <p>удовлетворяющего условиям</p> $u(x,0) = f(x), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial t} \right _{t=0} = \phi(x),$ $0 \leq x \leq l,$ $\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _{x=0} = \varphi_0(t), \quad \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right _{x=l} = \varphi_l(t),$

		$0 \leq t \leq t_*$ используя явные и неявные схемы дискретизации.
ОПК-3.2	Оценивает результаты новых научных разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений прикладных задач	Составление конспектов ответов на следующие вопросы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы решения задачи Коши. 2. Построение одношаговых методов способом разложения решения в ряд Тейлора. 3. Способ Рунге-Кутты построения одношаговых методов. 4. Построение вычислительных правил на основе принципа последовательного повышения порядка точности результатов. 5. Случай пятого порядка. 6. Методы типа двухсторонних. 7. Многошаговые методы. 8. Практическая оценка погрешности и выбор длины шага.
ОПК-2.3	Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения прикладных задач	Составление конспектов ответов на следующие вопросы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы с проверкой погрешности на временном шаге. 2. Методы использующие старшие производные. 3. Решение начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности. 4. Явная сеточная схема для дифференциального уравнения теплопроводности. Явная сеточная схема для волнового дифференциального уравнения.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков, проводится в форме зачета (2 семестр).

Показатели и критерии оценивания зачета:

- сдать зачет – обучающийся демонстрирует высокий и средний уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в сложных ситуациях.
- не сдать зачет – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Примерный перечень тем курсовых работ:

1. Излучение электромагнитных колебаний.
2. Симметричные интегральные уравнения.
3. Численные методы решения интегральных уравнений.
4. Численные методы решения интегральных уравнений Вольтера II рода
5. Численные методы решения интегральных уравнений Вольтера I рода
6. Численные методы решения интегральных уравнений II рода с постоянными пределами интегрирования.
7. Численные методы решения интегральных уравнений I рода с постоянными пределами интегрирования.

Показатели и критерии оценивания:

– на оценку *«отлично»* – студент демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения теоретической информации, но и интеллектуальные навыки владения классическими и неклассическими методами обработки данных, математическими пакетами Mathcad и Maple, нахождения уникальных ответов к проблемам, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку *«хорошо»* – студент демонстрирует средний уровень сформированности компетенций, показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и хорошие навыки владения классическими и неклассическими методами обработки данных, математическими пакетами Mathcad и Maple: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку *«удовлетворительно»* – студент демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций, показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки владения математическими пакетами обработки данных Mathcad и Maple для решения простых задач; проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку *«неудовлетворительно»* – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать навыки владения математическими пакетами обработки данных Mathcad и Maple.