

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
математического моделирования



М.Ш. Бурлуцкая

26.06.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.10 Численные методы

1. Код и наименование специальности:

10.05.04 Информационно-аналитические системы безопасности

2. Специализация:

Автоматизация информационно-аналитической деятельности

3. Квалификация выпускника: Специалист по защите информации

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра математического моделирования

6. Составитель программы: Карпова Антонина Петровна, к.ф.-м.н.

7. Рекомендована: Научно-методическим советом математического факультета,
протокол № 0500-03 от 24.03.2022

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр: 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Овладение теоретическими основами и формирование практических навыков численного решения стандартных задач и компьютерная реализация алгоритмов для соответствующих математических моделей.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина «Численные методы» относится обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули).

Теоретической и практической основой для освоения учебной дисциплины «Численные методы» являются знания, умения и навыки студентов, приобретенные в результате изучения материала следующих курсов: «Математический анализ», «Функциональный анализ», «Уравнения в частных производных», «Уравнения математической физики», «Обыкновенные дифференциальные уравнения».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Коды	Индикаторы	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен на основании совокупности существующих математических методов разрабатывать, обосновывать и реализовывать процедуры решения задач	ОПК-3.7	Использует математические методы численных методов при решении задач профессиональной деятельности	Знать: как решать стандартные задачи профессиональной деятельности; Уметь: использовать базовые знания, полученные по численным методам, в профессиональной деятельности; Владеть: использовать математические методы и применять при решении задач.

12 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	По семестрам	
		6 семестр	
Аудиторные занятия	64	64	
в том числе:			
лекции	32	32	
практические	0	0	
лабораторные	32	32	
Самостоятельная работа	44	44	
Форма промежуточной аттестации	36	36	
Итого:	144	144	

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *

1. Лекции			
1.1	Источники и классификация погрешностей	1. Математическая обработка экспериментальных данных. 2. Виды погрешностей и причины их вызывающие. 3. Погрешность функции.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
1.2	Численные методы решения нелинейных уравнений	1. Метод деления отрезка пополам, метод простой итерации и метод Ньютона. 2. Оценка погрешности.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
1.3	Интерполяция алгебраическими многочленами	1. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные многочлены Ньютона. 2. Сходимость интерполяционного процесса. 3. Интерполяция сплайнами. Кубические сплайны.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
1.4	Численное интегрирование	1. Квадратурная формула. Общее интерполяционная квадратура и ее погрешность. 2. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. 3. Сходимость квадратурного процесса. 4. Сходимость квадратурного процесса, порожденного квадратурными формулами Гаусса. 5. Способы повышения точности квадратурной формулы. Правила Рунге	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
1.5	Численное дифференцирование	1. Приближенное дифференцирование с помощью многочленов. 2. Сходящиеся формулы численного дифференцирования. Способы построения сходящихся формул численного дифференцирования.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
1.6	Численные методы линейной алгебры	1. Методы решения линейных систем. Модифицированный метод Гаусса. 2. Метод прогонки решения линейных систем с трех диагональной матрицей. Устойчивость метода. 3. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости и необходимые и достаточные условия сходимости. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод Якоби и Зейделя. 4. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности решения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
2. Лабораторные занятия			
2.1	Источники и классификация погрешности	1. Математическая обработка экспериментальных данных. 2. Виды погрешностей и причины их вызывающие. 3. Погрешность функции.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
2.2	Численные методы решения нелинейных уравнений	1. Метод деления отрезка пополам, метод простой итерации и метод Ньютона. 2. Оценка погрешности.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
2.3	Интерполяция алгебраическими многочленами	1. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные многочлены Ньютона. 2. Сходимость интерполяционного процесса. 3. Интерполяция сплайнами. Кубические сплайны.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
2.4	Численное интегрирование	1. Квадратурная формула. Общее интерполяционная квадратура и ее погрешность. 2. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. 3. Сходимость квадратурного процесса. 4. Сходимость квадратурного процесса, порожденного квадратурными формулами Гаусса. 5. Способы повышения точности квадратурной формулы. Правила Рунге	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794
2.5	Численное дифференцирование	1. Приближенное дифференцирование с помощью многочленов. 2. Сходящиеся формулы численного дифференцирования. Способы построения сходящихся формул численного	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794

		дифференцирования.	
2.6	Численные методы линейной алгебры	1. Методы решения линейных систем. Модифицированный метод Гаусса. 2. Метод прогонки решения линейных систем с трех диагональной матрицей. Устойчивость метода. 3. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости и необходимые и достаточные условия сходимости. Метод наискорейшего градиентного спуска. Метод Якоби и Зейделя. 4. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности решения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5794

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Источники и классификация погрешностей	5	0	5	7	17
2	Численные методы решения нелинейных уравнений	5	0	5	7	17
3	Интерполяция алгебраическими многочленами	5	0	5	8	18
4	Численное интегрирование	6	0	6	7	19
5	Численное дифференцирование	5	0	5	7	17
6	Численные методы линейной алгебры	6	0	6	8	20
	Итого:	32	0	32	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины предполагает не только обязательное посещение обучающимся аудиторных занятий (лабораторных занятий) и активную работу на них, но и самостоятельную учебную деятельность, на которую отводится 44 часа.

Самостоятельная учебная деятельность студентов по дисциплине «Численные методы» предполагает выполнение следующих заданий:

1) самостоятельное изучение учебных материалов по разделам 1-11 с использованием основной и дополнительной литературы, информационно-справочных и поисковых систем;

2) подготовку к текущим аттестациям: выполнение лабораторных заданий по поиску необходимых для работы в аудитории материалов в Интернете.

Особое внимание обучающихся направляется на освоение практических методов численного дифференцирования, интегрирования, решения алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений. Качественное выполнение лабораторных работ подразумевает полноценное изучение и максимальное задействование всех предоставленных обучающимся информационно-коммуникационных ресурсов. Приоритетной является работа с общедоступными современными пакетами программ.

Все выполняемые студентами самостоятельно задания подлежат последующей проверке преподавателем для получения допуска к экзамену.

В случае необходимости перехода на дистанционный режим обучения используется электронный курс «Численные методы»

(URL:<https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=5794>) на портале «Электронный университет ВГУ».

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Бахвалов Н.С. Численные методы: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков; МГУ им. М.В. Ломоносова – 6-е изд. – М.: Бином, Лаборатория знаний 2008. – 637 с. (все предыдущие издания).
2	Демидович Б.П. Основы вычислительной математики: учеб. пособие/ Б.П. Демидович, И.А. Морон, – 6-е изд. – СПб.: Лань, 2007. – 664 с (все предыдущие издания).

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков; под ред. В.А. Садовничева. – М.: Высшая школа, 2000. – 190 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
4	Арушанян О.Б. Численные решения интегральных уравнений методом квадратур / О.Б. Арушанян. – НИИВЦ МГУ- Интернет ресурс: http://num-anal.srcc/msu.ru/meth_mat/prac_qdf/page_24/htm .
5	Арушанян О.Б. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений/ О.Б. Арушанян, С.Ф. Запеткин. – НИИВЦ МГУ- Интернет ресурс: http://num-anal.srcc/msu.ru/meth_mat/prac_qdf/page_27/htm .
6	Приклонский В.И. Численные методы / В.И. Приклонский. – МГУ Физфак. – Интернет ресурс: http://num-anal.srcc/msu.ru/meth_mat/prac_qdf/page_23/htm .
7	Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа / Е.Е. Тыртышников. – ИБМ РА. – Интернет ресурс: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=39142 .
8	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: образовательный ресурс: <URL: http://www.biblioclub.ru > .
9	Научная Зональная библиотека Воронежского государственного университета : Электронный каталог : https://www.lib.vsu.ru/ .

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Арушанян О.Б. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений / О.Б. Арушанян, С.Ф. Запеткин. – НИИВЦ МГУ- Интернет ресурс: http://num-anal.srcc/msu.ru/meth_mat/prac_qdf/page_27/htm .
2	Арушанян О.Б. Численные решения интегральных уравнений методом квадратур / О.Б. Арушанян. – НИИВЦ МГУ- Интернет ресурс: http://num-anal.srcc/msu.ru/meth_mat/prac_qdf/page_24/htm .
3	Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков; под ред. В.А. Садовничева. – М.: Высшая школа, 2000. – 190 с.
4	Бахвалов Н.С. Численные методы: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков; МГУ им. М.В. Ломоносова – 6-е изд. – М.: Бином, Лаборатория знаний 2008. – 637 с. (все предыдущие издания).

5	Демидович Б.П. Основы вычислительной математики: учеб. пособие/ Б.П. Демидович, И.А. Морон, – 6-е изд.- СПб.: Лань, 2007. – 664 с (все предыдущие издания).
6	Приклонский В.И. Численные методы / В.И. Приклонский. – МГУ Физфак. – Интернет ресурс: http://num-anal.srcc/msu.ru/meth_mat/prac_qdf/page_23/htm .
7	Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа / Е.Е. Тыртышников. – ИБМ РА. – Интернет ресурс: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=39142 .

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, установление межпредметных связей, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале, актуализация личного и учебно-профессионального опыта обучающихся, включение элементов дистанционных образовательных технологий.

В практической части курса используется стандартное современное программное обеспечение персонального компьютера.

В части освоения материала лекционных и лабораторных занятий, самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины, прохождения текущей и промежуточной аттестации может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии, в частности, электронный курс «Численные методы» (URL:<https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=5794>) на портале «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс: специализированная мебель, маркерная доска, персональные компьютеры.

Перечень необходимого программного обеспечения: Ubuntu (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ubuntu.com/download/desktop>); VisualStudioCommunity (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>); MATLABClassroom (сублицензионный контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19); LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>); Lazarus (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.lazarus-ide.org/index.php>); FreePascal (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.freepascal.org/faq.html>); Mozilla Firefox (Mozilla Public License (MPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://www.mozilla.org/en-US/MPL/>); Maxima (GNU General Public License (GPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <http://maxima.sourceforge.net/faq.html>).

19. Фонд оценочных средств:

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Источники и классификация погрешностей	ОПК-3	ОПК-3.7	Комплект лабораторных заданий № 1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
2.	Численные методы решения нелинейных уравнений	ОПК-3	ОПК-3.7	Комплект лабораторных заданий № 2
3	Интерполяция алгебраическими многочленами	ОПК-3	ОПК-3.7	Комплект лабораторных заданий № 3
4	Численное интегрирование	ОПК-3	ОПК-3.7	Комплект лабораторных заданий № 4
5	Численное дифференцирование	ОПК-3	ОПК-3.7	Комплект лабораторных заданий № 5
6	Численные методы линейной алгебры	ОПК-3	ОПК-3.7	Комплект лабораторных заданий № 6
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных работ и лабораторных работ, содержание которых приведено ниже. В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с практическим перечнем заданий и предлагается решить данные задания. В ходе выполнения заданий нельзя пользоваться средствами связи (включая сеть Интернет) и любыми печатными материалами, ограничение по времени — 60 астрономических минут.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Критерии оценивания результатов обучения при текущей аттестации.

Контрольная работа № 1

1. Источники и классификация вычислительных погрешностей.
2. Найти наименьший положительный корень уравнения $x^2 + \ln x - 4 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-5}$ методом простых итераций.

Контрольная работа № 2

1. Метод Ньютона решения уравнений.
2. Решить систему методом простых итераций:

4,4578 1,2158 0,0322 2,3620
 1,2158 0,3602 3,5666 7,7822
 0,0322 3,5666 5,6965 1,5555
 2,3620 7,7822 1,5555 9,3232

Лабораторная работа №1

Вычислить значение функции $\sin(x)$ по формуле Тейлора с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, $\varepsilon = 10^{-5}$.

Лабораторная работа №2

Найдите наименьший положительный корень уравнения $f(x) = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-5}$ методами деления пополам, простых итераций и Ньютона.

Лабораторная работа №3

С помощью интерполяционных многочленов Ньютона, Стирлинга и Бесселя найдите значение функции $f(x)$, заданной табл. 1, в точках x_1, x_2, x_3 (табл. 2). С помощью сплайн-интерполяции найдите значение данной функции в точке x_3 .

Лабораторная работа №4

Задание. Вычислить интеграл $\int_a^b f(x)dx$ с точностью $\varepsilon = 10^{-5}$, используя правило

Симпсона и составную квадратурную формулу Гаусса с пятью узлами. Оценить погрешность используемых квадратурных формул и определить число частичных отрезков разбиения, необходимое для достижения заданной точности вычисления интеграла.

Лабораторная работа №5

Для заданных k и p методом неопределенных коэффициентов построить формулу численного дифференцирования, аппроксимирующую $f^{(k)}(x)$ с порядком h^p .

Лабораторная работа №6

Найдите решение системы линейных уравнений с точностью $\varepsilon = 10^{-6}$ методами Гаусса, простой итерации и Зейделя.

Для оценки результата выполнения каждой лабораторной работы используются следующие **показатели**:

- 1) Знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач;
- 2) Знание имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач;
- 3) умение использовать стандартные пакеты программного обеспечения для решения типовых математических задач;
- 4) владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.

Для оценивания результатов каждой лабораторной работы используется **шкала**: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения показаны в следующей таблице:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
При выполнении лабораторной или контрольной работы студент продемонстрировал в достаточной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач, умение использовать стандартные пакеты программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.	Достаточный уровень	Зачтено
При выполнении лабораторной или контрольной работы студент не продемонстрировал в достаточной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач, умение использовать стандартные пакеты программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.	–	Не зачтено

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме собеседования по экзаменационным билетам с помощью ниже приведенных оценочных средств (перечень вопросов к экзамену). В билет включаются два теоретических вопроса.

Перечень вопросов к экзамену:

№№ п/п	Темы к промежуточной аттестации (экзамену)
1.	Понятие погрешностей.
2.	Численные методы решения скалярных уравнений.
3.	Интерполяция алгебраическими многочленами. Сплайн-интерполяция.
4.	Численное интегрирование.
5.	Численное дифференцирование.
6.	Численные методы решения линейных алгебраических уравнений.
7.	Источники и классификация вычислительных погрешностей. Погрешность функции. Особенности машинной арифметики. Влияние ошибок округления на вычислительный процесс.
8.	Численные методы решения скалярных уравнений. Классификация, область применения, алгоритмы и препятствия реализации методов. Методы деления пополам, простой итерации и Ньютона. Сходимость и оценки погрешности методов. Особенности численной и программной реализации методов.
9.	Постановка задачи интерполяции. Построение интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции.
10.	Сходимость интерполяционного процесса. Локальная интерполяция. Построение сходящегося интерполяционного процесса.
11.	Конечные разности и их свойства. Таблица разностей. Интерполяционные формулы Ньютона, Бесселя и Стирлинга.
12.	Интерполяция сплайнами. Конструирование интерполяционного сплайна. Оптимальный способ построения кубического сплайна.
13.	Метод прогонки решения линейных систем с трехдиагональной матрицей. Прямая и обратная прогонки. Устойчивость метода.
14.	Численное интерполирование. Квадратурная формула. Общая интерполяционная квадратура и ее погрешность.
15.	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, погрешность и частные случаи.

16.	Локально-интерполяционные квадратурные формулы и их погрешность.
17.	Сходимость квадратурного процесса. Теорема о необходимых и достаточных условиях сходимости квадратурного процесса.
18.	Квадратурные формулы наивысшего алгебраического порядка точности. Теорема о выборе узлов. Многочлены Лежандра и их свойства. Квадратурная формула Гаусса. Сходимость квадратурного процесса, порожденного квадратурными формулами Гаусса.
19.	Построение сходящихся квадратурных процессов. Способы повышения точности квадратурной формулы. Правило Рунге. Особенности численной и программной реализации квадратурного процесса.
20.	Численное дифференцирование. Способы построения сходящихся формул численного дифференцирования.
21.	Численные методы решения линейных систем. Классическая схема метода Гаусса. Схема с выбором главного элемента. Модификация метода Гаусса. Программная реализация метода Гаусса с выбором главного элемента.
22.	Метод простой итерации решения линейных систем, сходимость метода, оценки погрешности. Методы Якоби и Зейделя.
23.	Влияние ошибки округления на вычислительный процесс при решении линейных систем. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности решения.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие **показатели**:

- 1) знание теоретических основ;
- 2) умение решать задачи
- 3) умение работать с алгоритмами методов и информационными ресурсами;
- 4) успешное прохождение текущей аттестации.

Для оценивания результатов экзамена используется **шкала**: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения показаны в следующей таблице:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
При ответе на вопросы экзаменационного билета студент продемонстрировал в полной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач стандартных пакетов программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.	Повышенный	«Отлично»
При ответе на вопросы экзаменационного билета студент продемонстрировал в достаточной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач стандартных пакетов программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации. Допускаются отдельные неточности в ответах.	Достаточный	«Хорошо»
При ответе на вопросы экзаменационного билета студент продемонстрировал на базовом уровне знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач стандартных пакетов	Пороговый	«Удовлетворительно»

программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации. Возможны существенные про белы в ответе на один из вопросов билета.		
Несоответствие указанным выше требованиям.	—	«Неудовлетворительно»

Форма контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой математического
моделирования

_____ Бурлуцкая М.Ш.
_____.____.20__

Специальность: 10.05.04 Информационно-аналитические системы безопасности

Дисциплина: Численные методы

Курс: 3

Форма обучения: очная

Вид аттестации: промежуточная

Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 12

1.	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, погрешность и частные случаи.
2.	Численные методы решения линейных алгебраических уравнений.

Преподаватель _____ Карпова А.П.