

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Информационно-измерительная техника и технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Ходосов Владимир Викторович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

на уровне представлений: приобретение студентами основ теоретических знаний и практических навыков в области моделирования различных технических устройств (ОПК-1)

на уровне воспроизведения: анализ физических явлений с использованием ЭВМ, проведение оптимизационных расчетов;

умения:

теоретические – составлять математическую модель функционирования технического устройства или физического явления,

практические – составлять расчётную программу для ЭВМ, выполнять программу на ЭВМ, отображать результаты расчётов;;

навыки:

навыки постановки и численного решения математических задач с использованием вычислительной техники;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЭНЕРГОСИСТЕМЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1
3	5	Раздел 1. Общие сведения о моделировании. Основные понятия. 1.1. Дидактическая единица 1. Пакеты прикладных программ на предприятиях РКТ в инженерной деятельности. 1.2. Дидактическая единица 2. Математическое моделирование. Форма математического описания различных физических явлений. Подobie моделей многих процессов. 1.3. Дидактическая единица 3. Уровни моделирования. Основные этапы моделирования. Постановка и анализ задачи исследования, математическое описание объекта. 1.4. Дидактическая единица 4. Выбор типа модели. Определение содержания модели, её параметров и характеристик. 1.5. Дидактическая единица 5. Планирование и организация модельного эксперимента. Интерпретация результатов исследования. Оценка достоверности модели.	17	2	2	0	15	25
3	5	Раздел 2. Модели микро и макроуровней. 2.1. Дидактическая единица 6. Представление математических моделей в виде алгебраических уравнений. Численные методы решения линейных и нелинейных уравнений и систем уравнений. 2.2. Дидактическая единица 7. Динамические модели. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевые задачи.	27	12	4	8	15	25
3	5	Раздел 3. Представление математических моделей в виде дифференциальных уравнений в частных производных и методы их решения. 3.1. Дидактическая единица 8. Аппроксимация граничных условий. 3.2. Дидактическая единица 9. Метод конечных разностей. Метод Монте-Карло. Метод конечных элементов.	27	12	4	8	15	25
3	5	Раздел 4. Оптимизация, как способ сравнения моделей и заключительная стадия моделирования. 4.1. Дидактическая единица 10. Понятие о варьируемых параметрах, целевой функции прямых и функциональных ограничениях. Выбор целевой функции. 4.2. Дидактическая единица 11. Одномерная оптимизация. Методы поиска экстремума функции одной переменной без ограничений. Пример применения данных методов для моделирования энергетической установки космических аппаратов. 4.3. Дидактическая единица 12. Прямые методы многомерной оптимизации без ограничений. Примеры методов и их реализация на ЭВМ. Решение других задач (аппроксимация, решение систем нелинейных алгебраических уравнений). Градиентные методы многомерной оптимизации без ограничений. Преимущества и недостатки. Переход от градиентов к конечным разностям. Пример применения данных методов. 4.4. Дидактическая единица 13. Оптимизация при наличии ограничений. Метод множителей Лагранжа. Штрафные функции. Метод скользящего допуска. Примеры использования данных методов.	37	25	7	18	12	25
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Модели микро и макроуровней.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевые задачи	8
2	Раздел 3. Представление математических моделей в виде дифференциальных уравнений в частных производных и методы их решения.	Краевые задачи.	8
3	Раздел 4. Оптимизация, как способ сравнения моделей и заключительная стадия моделирования.	Аппроксимация экспериментальных данных с ограничениями методами оптимизации	18
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о моделировании. Основные понятия.	Проработка лекционного материала	15
2	Раздел 2. Модели микро и макроуровней.	Проработка	15

		лекционного материала	
3	Раздел 3. Представление математических моделей в виде дифференциальных уравнений в частных производных и методы их решения.	Проработка лекционного материала	15
4	Раздел 4. Оптимизация, как способ сравнения моделей и заключительная стадия моделирования.	Проработка лекционного материала	12
Всего за 5 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5					ОС	ДР			ДЗ	ДР				ДЗ	ОС	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Ходосов. . Математическое моделирование с использованием Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 41 экз.
2. В. В. Ходосов. . Регистрация аналогового сигнала в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
3. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением теоретических знаний и практических навыков в области моделирования различных технических устройств, анализа физических явлений с использованием ЭВМ, проведения оптимизационных расчетов. Формирует умение составлять математическую модель технического устройства, расчётную программу для ЭВМ, проводить компьютерное моделирование, отображать результаты.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Общие сведения о моделировании. Основные понятия.		
Проработка лекционного материала	В. В. Ходосов. . Математическое моделирование с использованием Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	15
Итого по разделу 1		15
Раздел 2. Модели микро и макроуровней.		
Проработка лекционного материала	В. В. Ходосов. . Математическое моделирование с использованием Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2)	15
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Представление математических моделей в виде дифференциальных уравнений в частных производных и методы их решения.		
Проработка лекционного материала	В. В. Ходосов. . Регистрация аналогового сигнала в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Оптимизация, как способ сравнения моделей и заключительная стадия моделирования.		
Проработка лекционного материала	В. В. Ходосов. . Математическое моделирование с использованием Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3)	12
Итого по разделу 4		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Устный опрос студентов

Перечень вопросов входит в состав УМК дисциплины. Контрольного мероприятия считается выполненным при получении верного ответа на вопросы преподавателя.

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию представляется в электронном или распечатанном виде и считается принятым при выполнении следующих требований:

- правильность результатов расчета;
- правильность выполнения графической части задания;
- правильность оформления отчета (структурная упорядоченность, наличие всех необходимых разделов);
- допускаются незначительные исправления в отчете.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- ошибок в расчетах и при оформлении графического материала;
- небрежного и безграмотного оформления отчета.

При сдаче домашнего задания предусматриваются ответы студента на вопросы преподавателя. Критерии оценивания:

- «отлично»: Студент ответил на вопрос преподавателя.
- «хорошо»: Студент не ответил на первый вопрос преподавателя, но на второй вопрос ответил верно.
- «удовлетворительно»: Студент не ответил на первый и второй вопрос преподавателя, но на последующие вопросы ответил верно.
- «неудовлетворительно»: Студент не ответил на три вопроса преподавателя. Работа подлежит повторной сдаче

Варианты домашних заданий входят в состав УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет:

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4. Необходимым условием получения зачета является выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка определяется по результатам сдачи домашнего задания и ответов студента на контрольные вопросы.

Оценка «Зачтено-отлично»: домашнее задание сдано с оценкой «отлично» и студент ответил на контрольные вопросы.

Оценка «Зачтено-хорошо»: домашнее задание сдано с оценкой «хорошо» и студент ответил на контрольные вопросы.

Оценка «Зачтено-удовлетворительно»: домашнее задание сдано с оценкой «удовлетворительно» и студент ответил на контрольные вопросы.

«Не зачтено» выставляется в случае, если не сдано домашнее задание или студент неверно ответил на контрольные вопросы.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по полученным в семестре оценкам при выполнении контрольных мероприятий дисциплины по действующей балльно-рейтинговой системе (Пр.№687-о от 08.09.2023) для экзамена и дифференцированного зачета

менее 51 неудовлетворительно / не зачтено

51 – 74 удовлетворительно / зачтено-удовлетворительно

75 – 84 хорошо / зачтено-хорошо

85 и более отлично / зачтено-отлично

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	
3	5	Раздел 1. Общие сведения о моделировании. Основные понятия.	17	2	2	0	15	25	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 2. Модели микро и макроуровней.	27	12	4	8	15	25	Домашнее задание, Устный опрос студентов
3	5	Раздел 3. Представление математических моделей в виде дифференциальных уравнений в частных производных и методы их решения.	27	12	4	8	15	25	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 4. Оптимизация, как способ сравнения моделей и заключительная стадия моделирования.	37	25	7	18	12	25	Устный опрос студентов
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что выступает в качестве объекта моделирования при математическом моделировании
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое физическое моделирование?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
 Укажите численный метод нахождения максимума функции
1. метод Гаусса
 2. метод Эйлера
 3. метод деформированного многогранника
 4. метод Рунге-Кутты 4-го порядка
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
 Укажите численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений
1. метод "прогонки"
 2. метод Гаусса
 3. метод Эйлера
 4. метод Рунге-Кутты 4-го порядка
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
 Укажите каким численным методом можно решить трансцендентное уравнение
1. Половинного деления
 2. «золотого» сечения
 3. методом Гаусса
 4. методом Эйлера
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
 Перед Вами расположено несколько уравнений. Зная тип уравнения, необходимо определить метод решения. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.
- | | |
|--|------------------|
| тип уравнения | метод решения |
| 1 система
линейных
алгебраических
уравнений | A. Метод Гаусса |
| 2 система
нелинейных
алгебраических
уравнений | B. Метод Ньютона |
| 3 обыкновенное
дифференциальное
уравнение | B. Метод Эйлера |

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами расположено несколько методов решения уравнений. Зная суть метода, необходимо определить тип уравнения, который он решает. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

тип уравнения	метод решения
1 Метод Рунге-Кутта	А. метод нахождения максимума функции
2 Метод Гаусса	Б. метод решения систем линейных алгебраических уравнений
3 Метод «золотого» сечения	В. метод решения дифференциального уравнения в частных производных
	Г. метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность решения дифференциального уравнения в частных производных методом конечных разностей:

- 1 решение системы алгебраических уравнений
- 2 построение сетки
- 3 составление системы алгебраических уравнений

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность решения систем линейных алгебраических уравнения итерационными методами:

- 1 задание начального приближения и точности
- 2 проверка условия прекращения итераций
- 3 вычисление следующего приближения

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Укажите численный метод решения системы линейных алгебраических уравнений

1. метод «золотого» сечения
2. метод Гаусса
3. метод Эйлера
- 4 метод Рунге-Кутта 4-го порядка

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите численные методы решения задачи Коши

1. метод «золотого» сечения
2. метод "прогонки"
3. метод Эйлера
- 4 метод Рунге-Кутта 4-го порядка

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите численные методы нахождения максимума функции

1. «золотого» сечения

2. метод Эйлера
3. метод деформированного многогранника
4. метод Фиббоначи