

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Физика»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

Р. Ф. Мызгова /

2022 г.



Рабочая программа учебной дисциплины
Численные методы

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата **03.03.02 – Физика**

Направленность:

Информационные технологии физике

Формы обучения: очная

Курган 2022

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Физика (Информационные технологии физике), утвержденными:
- для очной формы обучения «30» августа 2022 года

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физика» «31» августа 2022 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил
Доцент кафедры «Физика»



Т. В. Дензанова

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Физика»



В.И. Бочегов

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности



И. В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 10зачетных единицы трудоемкости (360академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр		
		4	5	6
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	276	108	60	108
в том числе:				
Лекции	30	-	30	-
Лабораторные работы	246	108	30	108
Самостоятельная работа, всего часов	84	36	12	36
в том числе:				
Подготовка к зачету	48	18	12	18
Другие виды самостоятельной работы	36	18	-	18
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	360	144	72	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Численные методы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору. Блок 1

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математика;
- Информатика и программирование;

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения дисциплин профессионального цикла:

- физика фундаментальных взаимодействий;
- физика конденсированного состояния вещества.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Вычислительный практикум» является формирование у обучающихся знаний по основным методам численного решения физических задач на ЭВМ.

Задачами освоения дисциплины «Численные методы» являются усвоение обучающимися знаний по методам численного решения физических задач.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта - (ПК-2).

- Способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований, способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме, в том числе с использованием информационных технологий (ПК-3)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- знать способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп (для ПК-2)

- уметь выбирать наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике (для ПК-2)
- владеть возможностями современных научных методов на уровне, необходимом для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное содержание (для ПК-2)
- знать основные типы задач вычислительной физики (для ПК-3)
- уметь создавать математические модели типовых задач (для ПК-3)
- владеть способами решений задач вычислительной физики с помощью современных информационных технологий (для ПК-3)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Погрешности вычислений	-	-	8
	2	Разностные уравнения	-	-	24
	3	Приближение функций и производных	-	-	24
		Рубежный контроль №1	-	-	2
Рубеж 2	4	Численное интегрирование	-	-	24
	5	Матричные вычисления	-	-	24
		Рубежный контроль №2	-	-	2
Рубеж 3	6	Решение нелинейных уравнений	14	-	12
		Рубежный контроль №3	-	-	2
Рубеж 4	7	Теория разностных схем	16	-	14
		Рубежный контроль №4	-	-	2
Рубеж 5	8	Моделирование физических явлений, использующих диф. уравнения первого порядка			20
	9	Моделирование задач механики			20
	10	Моделирование статических электрических и магнитных полей			10

		Рубежный контроль №5			2
Рубеж 6	11	Фурье-анализ непрерывных и дискретных функций			24
	12	Моделирование колебательных и волновых процессов			30
		Рубежный контроль №6			2
		Всего:	30	-	246

4.2. Содержание лабораторных работ 4 семестр

Но- мер раз- дела, те- мы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторно- го занятия	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
1	Погрешности вычислений	Абсолютная и относительная погрешности	4
		Погрешности элементарных функций	4
2	Разностные уравнения	Однородные разностные уравнения	8
		Неоднородные разностные уравнения	8
		Фундаментальные решения и функция Грина	8
3	Приближение функций и производных	Полиномиальная интерполяция	6
		Многочлены Чебышева	6
		Численное дифференцирование	6
		Приближение сплайнами	6
		1-ый рубежный контроль	2
4	Численное интегрирование	Интерполяционные квадратуры	4
		Метод неопределенных коэффициентов	6
		Квадратурные формулы Гаусса	6

		Главный член погрешности	4
		Функции с особенностями	4
5	Матричные вычисления	Векторные и матричные нормы	6
		Линейные итерационные методы	6
		Вариационные методы	6
		Проблема собственных значений	6
		2-ой рубежный контроль	2
Всего:			108

5 семестр

Содержание лекционных занятий

Решение нелинейных уравнений. Метод простой итерации, метод Ньютона. Элементы теории разностных схем. Основные определения. Методы построения разностных схем. Методы прогонки и стрельбы. Метод Фурье.

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторного занятия	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
6	Решение нелинейных уравнений	Метод простой итерации	6
		Метод Ньютона	6
		3-ый рубежный контроль	2
7	Теория разностных схем	Методы построения разностных схем.	6
		Методы прогонки и стрельбы	6
		Метод Фурье	2
		4-ой рубежный контроль	2
Всего:			30

6 семестр

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторного занятия	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
8	Моделирование физических явлений, использующих диф. уравнения первого порядка	Алгоритм Эйлера	4
		Метод Рунге-Кутты	4
		Моделирование радиоактивного распада	6
		Моделирование цепной реакции ядерного взрыва	6
9	Моделирование задач механики	Движение тел в гравитационном поле Земли	4
		Движение тел в гравитационном с учетом трения	4
		Численное моделирование орбиты планеты	6
		Моделирование солнечной системы	6
10	Моделирование статических электрических и магнитных полей	Электрическое поле системы зарядов	6
		Магнитные поля различных конфигураций тока	4
		5-й Рубежный контроль	2
11	Фурье-анализ непрерывных и дискретных функций	Разложение периодических сигналов в ряд Фурье	6
		Спектральный анализ непрерывных непериодических функций	6
		Спектральный анализ дискретных функций	6
		Быстрое преобразование Фурье	6
12	Моделирование колебательных и волновых процессов	Линейный гармонический осциллятор	6
		Математический маятник	6
		Затухающие колебания	6
		Вынужденные колебания	6

		Моделирование волновых движений	6
		6-й рубежный контроль	2
Всего:			108

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

: При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Лабораторные работы проводят в форме решения задач на компьютере.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контролям, подготовка к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обуче- ния	Заочная форма обуче- ния
Подготовка к лабораторным занятиям	24	
Подготовка к рубежным контролям (по 3 часа на каждый рубеж)	12	-
Подготовка к зачетам	48	
Всего:	84	-

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Банк заданий к рубежным контролям № 1 - 6.
3. Банк задач к зачету.
4. Задания к лабораторным работам.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
		Очная форма обучения					
Распределение баллов за 4 семестр							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	зачет
		Балльная оценка:	-	16. x52 =52	9	9	30
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; не зачтено; 61...73 – удовлетворительно; зачтено; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 61 для получения «автоматически» зачета.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на лабораторных занятиях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <p>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 2 баллов.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

№	Наименование	Содержание					
Очная форма обучения							
Распределение баллов за 5 семестр							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №3	Рубежный контроль №4	зачет
		Балльная оценка:	1 б. . x 15 = 15	2 б. x13 = 26	15	14	30

2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; не зачтено; 61...73 – удовлетворительно; зачтено; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 61 для получения «автоматически» зачета.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на лабораторных занятиях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <p>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 2 баллов.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

№	Наименование	Содержание					
		Очная форма обучения					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учеб-	Распределение баллов за 6 семестр					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №5	Рубежный контроль №6	зачет

	ной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Балльная оценка:	-	16. x 52 = 52	9	9	30
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена		60 и менее баллов – неудовлетворительно; не зачтено; 61...73 – удовлетворительно; зачтено; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов		<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 61 для получения «автоматически» зачета.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на лабораторных занятиях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.</p>				
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра		<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <p>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 2 баллов.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>				

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли и зачет проводятся в письменной форме (тестирование).

Рубежные контроли №1 и №2, №5 и №6 состоят из 9 вопросов. Количество баллов соответствует количеству правильных ответов на вопросы. На рубежный контроль студенту отводится время не менее 60 минут.

Рубежные контроли №3 и №4 состоят из 15 и 16 вопросов соответственно. Количество баллов соответствует количеству правильных ответов на вопросы. На рубежный контроль студенту отводится время не менее 60 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты решения заданий студентом и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Тесты для зачета состоят из 30 вопросов. Количество баллов по результатам зачета соответствует количеству правильных ответов на вопросы. Время, отводимое студенту на тест, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачетов заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Пример теста к рубежному контролю №1

- 1) Приближенным числом a называют число, незначительно отличающиеся от
 - a) точного A
 - b) неточного A
 - c) среднего A
 - d) точного не известного
 - e) приближительного A
- 2) Найти $\ln 3$ с точностью до 10^{-5}
 - a) 1,09861
 - b) 1,01
 - c) 1,098132
 - d) 1,02
 - e) 1,3
- 3) Используя метод хорд найти положительный корень уравнения $x^4 - 0,2x^2 - 0,2x - 1,2 = 0$
 - a) 1,198+0,0020
 - b) 1,16+0,02
 - c) 2+0,1
 - d) 3,98+0,001
 - e) 4,2+0,0001
- 4) Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения $x^4 - 3x^2 + 75x - 10000 = 0$
 - a) -10,261
 - b) -10,31
 - c) -5,6
 - d) -3,2
 - e) -0,44

Пример теста к рубежному контролю №2

- 1) Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы
темы
 - a) точный метод
 - b) метод релаксации
 - c) метод итерации
 - d) приближенный метод
 - e) относительный метод

- 2) Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов
 - a) итерационный метод
 - b) точный метод
 - c) приближенный метод
 - d) относительный метод
 - e) метод Зейделя

- 3) Этот метод является наиболее распространенным приемом решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного исключения неизвестных
 - a) метод Гаусса
 - b) метод Крамера
 - c) метод обратный матриц
 - d) ведущий метод
 - e) аналитический метод

- 4) Целый однородный полином второй степени от n переменных называется
 - a) квадратичной формой
 - b) кубической формой
 - c) прямоугольной формой
 - d) треугольной формой
 - e) матричной формой

Пример теста для зачета

- 1) Методы решения уравнений делятся на:
 - a) Прямые и итеративные
 - b) Прямые и косвенные
 - c) Начальные и конечные
 - d) Определенные и неопределенные
 - e) Простые и сложные

- 2) Кто опубликовал формулу для решения кубического уравнения?
 - a) Кардано
 - b) Галуа
 - c) Абеле
 - d) Дарбу
 - e) Фредгольм

- 3) Основная теорема алгебры:

- a) Уравнение вида $a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0$ имеет ровно n корней, вещественных или комплексных, если k -кратный корень считать за k корней
- b) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[a; b]$ и принимает на его концах значения разных знаков, то на $[a; b]$ содержится, по меньшей мере, один корень уравнения $f(x) = 0$
- c) Если функция $f(x)$ монотонна на отрезке $[a; b]$, то она интегрируема на этом отрезке
- d) Если функция $f(x)$ монотонна на отрезке $[a; b]$, то она дифференцируема на этом отрезке
- e) Определитель $D = |a_{ij}|$ n -го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения
- 4) Отделение корней можно выполнить двумя способами:
- аналитическим и графическим
 - приближением и отделением
 - аналитическим и систематическим
 - систематическим и графическим
 - приближением последовательным и параллельным

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

- Корнюшин П.Н. Численные методы: Учебное пособие. - Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2002. - 104 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/958/40958>
- Фаддев М.А., Марков К.А. Численные методы: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 158 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/041/74041>

7.2. Дополнительная учебная литература

- Мирошниченко Г.П., Петрашень А.Г. Численные методы: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. - 120 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/592/41592>

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

При проведении лабораторных работ используется Python 3.11 (открытое и бесплатное программное обеспечение).

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п.4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аннотация к рабочей программе дисциплины **«Численные методы»**

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

03.03.02 Физика

Направленность:

Информационные технологии физике

Трудоемкость дисциплины: 10 ЗЕ (360 академических часа)

Семестр: 4, 5, 6 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет, зачет, зачет

Содержание дисциплины

Численное дифференцирование. Численное решение алгебраических уравнений и системы уравнений. Численное интегрирование. Матричные вычисления. Решение нелинейных уравнений. Теория разностных схем. Моделирование физических процессов.