

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.04.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Прикладная информатика в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 129,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390ed6

А.Я.
Шелгинский


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

Ю.В.
Яворовский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение законов и закономерностей современных численных методов; формирование навыков построения и применения математических моделей, возникающих на практике и проведения расчетов по таким моделям, изучение методов математического моделирования для обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов..

Задачи дисциплины

- овладение основами математического мышления;;
- овладение основами математической культуры;;
- ознакомление со способами формализации и решения технических задач математическими методами;;
- ознакомление с основными приемами обработки и представления экспериментальных данных методами математического моделирования;;
- освоение методов проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей электрохимических процессов и объектов автономных энергетических систем, установок электрохимической энергетики и их элементов;;
- освоение математических методов и техник для последующего их использования в области технологии производства автономных энергетических систем, установок электрохимической энергетики и их элементов;
- овладение основами принятия и обоснования конкретных математических решений при последующей профессиональной деятельности в области технологии производства автономных энергетических систем, установок электрохимической энергетики и их элементов..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ИД-1 _{ОПК-1} Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	знать: - основы современных парадигм, технологий и средств математического моделирования. уметь: - проектировать и разрабатывать модели на основе современных парадигм, технологий и средств математического моделирования.
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные,	ИД-2 _{ОПК-1} Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном	знать: - основные понятия современных численных методов, используемых для разработки и эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	электрохимической энергетики и их элементов.. уметь: - применять свои знания современных численных методов к решению практических задач по разработке, модернизации, правильной эксплуатации оборудования электрохимических энергоустановок и в водородной энергетике..
ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ИД-1 _{ОПК-7} Применяет логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений	знать: - современные методы построения математических моделей для задач, возникающих на практике и численные методы их решения с применением интегрированных пакетов программ: MATHCAD, MATLAB.; уметь: - грамотно и профессионально строить математические модели основных процессов автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов, рассчитывать бесперебойные режимы работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования предприятий энергетического профиля;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Прикладная информатика в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования.	36	1	4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования."</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 139-141</p>
1.1	Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования	36		4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	
2	Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем	36		4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная</p>
2.1	Сходимость и устойчивость	36		4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	

	разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем												теорема о сходимости разностных схем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 41-51
3	Консервативные разностные схемы	36	4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Консервативные разностные схемы"
3.1	Консервативные разностные схемы.	36	4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Консервативные разностные схемы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Консервативные разностные схемы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 497-501
4	Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля	36	4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля" подготовка
4.1	Схемы с не	36	4	-	8	-	-	-	-	-	24	-	

	<div style="text-align: center;"> дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля </div>												к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> <div style="text-align: right;">[1], 31-37</div>	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		16	-	32	-	2	-	-	0.5	96	33.5	
	Итого за семестр	180.0		16	-	32		2		-	0.5		129.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования.

1.1. Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования

Необходимые сведения из линейной алгебры: нормированное линейное пространство; линейный оператор; норма оператора, спектральный радиус; обусловленность матриц. Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования. Оптимальный шаг и его оценка. Оценка оптимального шага методом сокращающихся знаков.

2. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем

2.1. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем

Основные понятия теории разностных схем. Равномерная и неравномерная сетки. Пространство сеточных функций. Нормы в пространстве сеточных функций. Дифференцирование и интегрирование в пространстве сеточных функций. Основные формулы дифференциального и интегрального исчисления в пространстве сеточных функций. Недостатки неравномерных сеток. Разностная аппроксимация дифференциальных уравнений. Понятие разностной схемы. Постановка разностной задачи. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем. Пример построения и исследования разностной схемы для краевой задачи Штурма-Лиувилля. Пример неустойчивой разностной схемы.

3. Консервативные разностные схемы

3.1. Консервативные разностные схемы.

Консервативные разностные схемы. Пример А.А. Самарского влияния не консервативности. Интегро-интерполяционный метод построения консервативных разностных схем. Построение консервативной разностной Разностные схемы для уравнений с частными производными. Понятие шаблона разностной схемы. Схема с весами. Явные и неявные разностные схемы. Модельные уравнения для процессов переноса. Задачи Коши, краевая задача для уравнения переноса. Схема бегущей волны. Устойчивость явной и неявной разностных схем. Задачи Коши для линейного параболического уравнения с переменными коэффициентами по методу Куранта. Спектральный признак устойчивости Неймана по начальным данным. Содержательный смысл спектральной устойчивости.

4. Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля

4.1. Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля

Полностью консервативные разностные схемы. Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности. Анализ семейства консервативных разностных схем. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля.

3.3. Темы практических занятий

1. Необходимые сведения из линейной алгебры: нормированное линейное пространство; линейный оператор; норма оператора, спектральный радиус; обусловленность матриц;

2. Прямые решения линейных систем. Схема метода исключения (метод Гаусса-Жордана). Граф распространения ошибок. Оптимизация метода Гаусса. Метод прогонки. Условия устойчивости метода прогонки. Итерационные методы решения линейных систем. Примеры итерационных процессов.;
3. Задачи нелинейного программирования. Метод Ньютона, как линеаризация исходной задачи. Модификация метода Ньютона с целью ослабления требования к начальному приближению. Нормировка задачи как метод улучшения сходимости. Метод продолжения по параметру;
4. Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования. Оптимальный шаг и его оценка. Оценка оптимального шага методом сокращающихся знаков;
5. Основные понятия теории разностных схем. Равномерная и неравномерная сетки. Пространство сеточных функций. Нормы в пространстве сеточных функций. Дифференцирование и интегрирование в пространстве сеточных функций. Основные формулы дифференциального и интегрального исчисления в пространстве сеточных функций. Недостатки неравномерных сеток.;
6. Разностная аппроксимация дифференциальных уравнений. Понятие разностной схемы. Постановка разностной задачи. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем. Пример построения и исследования разностной схемы для краевой задачи Штурма-Лиувилля. Пример неустойчивой разностной схемы;
7. Разностные схемы. Уравнение с частными производными. Понятие шаблона разностной схемы. Схема с весами. Явные и неявные разностные схемы. Модельные уравнения для процессов переноса. Задачи Коши, краевая задача для уравнения переноса. Схема бегущей волны;
8. Устойчивость явной и неявной разностных схем задачи Коши для линейного параболического уравнения с переменными коэффициентами по методу Куранта. Спектральный признак устойчивости Неймана по начальным данным. Содержательный смысл спектральной устойчивости;
9. Практика использования спектрального признака. Устойчивость краевых условий К.И. Бабенко и И.М. Гельфанда. Устойчивость и погрешность расчётов;
10. Построение разностных схем для нелинейных разностных схем. Принцип замороженных коэффициентов. Линеаризация и исследование устойчивости;
11. Полностью консервативные разностные схемы. Схемы с недивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности. Анализ семейства консервативных разностных схем;
12. Элементы вариационного анализа. Дробное дифференцирование и интегрирование. Задача Бернулли о брахистохроне. Задача Абеля о таутохронной кривой;
13. Консервативные разностные схемы. Пример А.А. Самарского влияния не консервативности. Интегро-интерполяционный метод построения консервативных разностных схем. Построение консервативной разностной;
14. Введение в элементарную теорию погрешностей: источники и классификация погрешностей численного решения задачи, приближенные числа, абсолютная и условная погрешности, погрешности арифметических операций, погрешность функции..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Консервативные разностные схемы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основы современных парадигм, технологий и средств математического моделирования	ИД-1 _{ОПК-1}				+	Контрольная работа/КМ-4. Схемы с не дивергентным уравнением энергии, условия полной консервативности
основные понятия современных численных методов, использующихся для разработки и эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов.	ИД-2 _{ОПК-1}	+				Контрольная работа/КМ-1. Численное дифференцирование
современные методы построения математических моделей для задач, возникающих на практике и численные методы их решения с применением интегрированных пакетов программ: MATHCAD, MATLAB.;	ИД-1 _{ОПК-7}		+			Контрольная работа/КМ-2. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем
Уметь:						
проектировать и разрабатывать модели на основе современных парадигм, технологий и средств математического моделирования	ИД-1 _{ОПК-1}		+			Контрольная работа/КМ-2. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем
применять свои знания современных численных методов к решению практических задач по разработке, модернизации, правильной эксплуатации оборудования электрохимических энергоустановок и в водородной энергетике.	ИД-2 _{ОПК-1}				+	Контрольная работа/КМ-4. Схемы с не дивергентным уравнением энергии, условия полной консервативности
грамотно и профессионально строить математические модели основных процессов автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов, рассчитывать бесперебойные режимы работы, правильной	ИД-1 _{ОПК-7}			+		Контрольная работа/КМ-3. Консервативные разностные схемы

эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования предприятий энергетического профиля;						
---	--	--	--	--	--	--

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Численное дифференцирование (Контрольная работа)
2. КМ-2. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем (Контрольная работа)
3. КМ-3. Консервативные разностные схемы (Контрольная работа)
4. КМ-4. Схемы с не дивергентным уравнением энергии, условия полной консервативности (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Амбарцумова, Т. Т. Многокритериальная оптимизация в задачах динамики электрических машин : учебное пособие по курсу "Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии" для магистрантов по направлению 13.04.02 "Энергетика и электротехника" и аспирантов по научной специальности 05.09.01 "Электромеханика и электрические аппараты" / Т. Т. Амбарцумова, Ле Куанг Кыонг, А. С. Осипов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 56 с. – ISBN 978-5-7046-2075-4. <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10443>;
2. Амосов, А. А. Вычислительные методы для инженеров : учебное пособие для втузов / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – 2-е изд., доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 596 с. – ISBN 5-7046-0919-8.;
3. А. А. Крутько- "Математическое моделирование технологических процессов", Издательство: "Омский государственный технический университет (ОмГТУ)", Омск, 2019 - (141 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682122>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Acrobat Reader.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-406, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-204, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стеллаж, стол преподавателя, стол для оргтехники, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-206, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стул, шкаф для документов, стол письменный, кондиционер, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Численное дифференцирование (Контрольная работа)
 КМ-2 КМ-2. Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем (Контрольная работа)
 КМ-3 КМ-3. Консервативные разностные схемы (Контрольная работа)
 КМ-4 КМ-4. Схемы с не дивергентным уравнением энергии, условия полной консервативности (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования.					
1.1	Численное дифференцирование. Неустойчивость численного дифференцирования		+			
2	Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем					
2.1	Сходимость и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости разностных схем			+		
3	Консервативные разностные схемы					
3.1	Консервативные разностные схемы.				+	
4	Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля					
4.1	Схемы с не дивергентным уравнением энергии. Условия полной консервативности, устойчивости. Дробное дифференцирование. Решение задачи Бернулли и задачи Абеля					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25