

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ (ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА)

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	2	72	16	16	32		8	0	3
6	2	72	15	15	30		12	0	30
Итого	4	144	31	31	62	31	20	0	

## АННОТАЦИЯ

Целями освоения дисциплины является ознакомление студентов с основными методами численного решения задач.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины является ознакомление студентов с основными методами численного решения задач, возникающих при моделировании на ЭВМ процессов теплообмена, обучение студентов умению применять полученные знания в производственной и научной деятельности, применению современных компьютерных технологий при выполнении домашних заданий, приобретение навыков работы с научной, справочной и электронной литературой.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 [1] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [1] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [1] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов
ОПК-2 [1] – Способен понимать принципы работы информационных технологий;	З-ОПК-2 [1] – Знать средства и методы поиска, анализа, обработки и хранения информации, в том числе виды источников информации, поисковые системы и системы

осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<p>хранения информации.</p> <p>У-ОПК-2 [1] – Уметь осуществлять поиск, хранение, анализ и обработку информации, представлять ее в требуемом формате; применять компьютерные и сетевые технологии.</p> <p>В-ОПК-2 [1] – Владеть навыком поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p>
ОПК-3 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<p>З-ОПК-3 [1] – Знать основные принципы и требования к построению алгоритмов, синтаксис языка программирования</p> <p>У-ОПК-3 [1] – Уметь разрабатывать алгоритмы для решения практических задач согласно предъявляемым требованиям</p> <p>В-ОПК-3 [1] – Владеть средой программирования и отладки для разработки программ для практического применения</p>
ОПК-4 [1] – Способен использовать в профессиональной деятельности современные информационные системы, анализировать возникающие при этом опасности и угрозы, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	<p>З-ОПК-4 [1] – Знать системы хранения информации, требования информационной безопасности, включая защиту государственной тайны</p> <p>У-ОПК-4 [1] – Уметь использовать информационные системы и анализировать возникающие при этом опасности и угрозы.</p> <p>В-ОПК-4 [1] – Владеть навыками соблюдения основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>
УКЦ-1 [1] – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	<p>З-УКЦ-1 [1] – Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий</p> <p>У-УКЦ-1 [1] – Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 [1] – Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>

<p>УКЦ-2 [1] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач</p>	<p>З-УКЦ-2 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>У-УКЦ-2 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>В-УКЦ-2 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
<p>УКЦ-3 [1] – Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций</p>	<p>З-УКЦ-3 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>У-УКЦ-3 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>В-УКЦ-3 [1] – Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного,

	умственного труда (B11)	обще профессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и обще профессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного

		отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Введение в вычислительную теплофизику.	1-8	8/8/16		25	КИ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
2	Методы расчета средних температур на моделях с сосредоточенными параметрами.	9-15	8/8/16		25	КИ-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3,

							3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/32		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	<i>6 Семестр</i>						
1	Введение в вычислительную теплофизику	1-8	8/8/15		25	КИ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2,

							В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
2	Методы расчета средних температур на моделях с сосредоточенными параметрами.	9-15	7/7/15		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/15/30		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	30	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:



Обозначение	Полное наименование
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	32
<b>1-8</b>	<b>Введение в вычислительную теплофизику.</b>	8	8	16
1	<b>Введение в вычислительную теплофизику.</b> Сравнение экспериментального, теоретического и вычислительного подходов к решению задач теплофизики. Содержание курса.	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 4	<b>Реализация на ЭВМ точных аналитических задач теплообмена.</b> Методы решения трансцендентных уравнений и расчета определенных интегралов. Особенности численного расчета рядов.	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Методы расчета средних температур на моделях с сосредоточенными параметрами.</b>	8	8	16
5 - 10	<b>Методы расчета средних температур на моделях с сосредоточенными параметрами.</b> Численное решение систем линейных и нелинейных уравнений. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и особенности их реализации для систем ОДУ.	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 15	<b>Моделирование процессов тепломассопереноса в сложных системах</b> Дискретизация одномерных уравнений тепломассопереноса. Методы конечных разностей. Методы конечных элементов	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>6 Семестр</i>	15	15	30
<b>1-8</b>	<b>Введение в вычислительную теплофизику</b>	8	8	15
1 - 4	<b>Введение в вычислительную теплофизику.</b> Сравнение экспериментального, теоретического и вычислительного подходов к решению задач теплофизики. Содержание курса.	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Конечно-разностные методы решения уравнения теплопроводности.</b> Основные понятия теории разностных схем. Построение разностных схем методом баланса. Явная и неявная схемы. Метод прогонки. Разностные схемы для многомерных задач. Локально-одномерная схема.	Всего аудиторных часов		
		4	4	7
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Методы расчета средних температур на моделях с сосредоточенными параметрами.</b>	7	7	15
9 - 12	<b>Конечно-разностные методы решения уравнения конвективного теплопереноса.</b> Особенности аппроксимации конвективных членов.	Всего аудиторных часов		
		4	4	8
		Онлайн		

	Разности “против потока”, схема бегущего счета.	0	0	0
13 - 15	<b>Моделирование процессов тепломассопереноса в сложных системах, представимых в виде сетей.</b> Способы представления гидравлической сети в виде графа. Моделирование гидравлической сети методом элементарных балансов. Моделирование гидравлической сети методом постановки краевых задач на графе.	Всего аудиторных часов		
		3	3	7
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>5 Семестр</i>
1 - 3	<b>1. Методы решения трансцендентных уравнений</b> Сравнение скорости сходимости методов численного решения трансцендентных уравнений.
4 - 5	<b>2. Методы расчета определенных интегралов</b> Исследование точности различных методов численного интегрирования.
6 - 8	<b>3. Решение систем линейных и нелинейных уравнений</b> Изучение методов прямого и итерационного решения систем уравнений.
9 - 11	<b>4. Исследование сходимости методов разностного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)</b> Определение скорости сходимости различных методов численного решения ОДУ и влияния на нее порядка аппроксимации разностной схемы.
12 - 14	<b>5. Исследование устойчивости методов разностного решения ОДУ</b> Определение границы устойчивости различных методов численного решения ОДУ.
15 - 16	<b>6. Оценка погрешности методов разностного решения ОДУ</b> Оценка локальной и полной погрешности результатов численного решения ОДУ и определение их связи с истинной погрешностью в зависимости от используемой разностной схемы.
	<i>6 Семестр</i>
1 - 3	<b>1. Разностные схемы для одномерного нестационарного уравнения теплопроводности</b> Исследование влияния степени неявности разностной схемы на устойчивость, монотонность и точность полученного разностного решения одномерного нестационарного уравнения теплопроводности.
4 - 6	<b>2. Двухмерное стационарное поле температур в стержневом тепловыделяющем элементе</b> Исследование влияния параметров пространственного разбиения твэла на точность,

	получаемого распределения поля температур.
7 - 9	<b>3. Двухмерное нестационарное поле температур в стержневом тепловыделяющем элементе</b> Исследование влияния параметров пространственного разбиения твэла и величины временного шага на точность, получаемого распределения поля температур.
10 - 12	<b>4. Знакомство с системой “ЭНИКАД”. Элементы САПР теплогидравлики</b> Знакомство с интерфейсом САПР теплогидравлики «ЭНИКАД» и основными элементами ее библиотеки.
13	<b>5. Исследование точности моделирования переходного процесса и границ устойчивости численной схемы</b> Исследование зависимости асимптотической точности модели одномерного течения жидкости от шага временной и пространственной дискретизации.
14 - 15	<b>6. Исследование постоянных времени подогрева одномерного канала</b> Изучение влияния пространственной дискретизации на значения постоянных времени нагрева теплоносителя.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
ОПК-4	З-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
УКЦ-1	З-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15

УКЦ-3	У-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16	3О, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16	3О, КИ-8, КИ-15
	3-УКЦ-3	3, КИ-8, КИ-16	3О, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-3	3, КИ-8, КИ-16	3О, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-3	3, КИ-8, КИ-16	3О, КИ-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В27 Numerical Approximation of Partial Differential Equations : , Bartels, Soren. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ К42 Numerical Methods and Modelling for Engineering : , Khoury, Richard. , Harder, Douglas Wilhelm. , Cham: Springer International Publishing, 2016
3. ЭИ К59 Примеры решения задач математического моделирования : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
4. 519 К59 Примеры решения задач математического моделирования : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
5. 517 Г96 Сборник домашних заданий по уравнениям математической физики : учебно-методическое пособие для вузов, Шерстюкова О.В., Гусева И.Л., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. ЭИ Г96 Сборник домашних заданий по уравнениям математической физики : учебно-методическое пособие для вузов, Шерстюкова О.В., Гусева И.Л., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
7. 004 А19 Современная информатика : учебное пособие для вузов, Аверьянов Г.П., Дмитриева В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
8. ЭИ А19 Современная информатика : учебное пособие для вузов, Аверьянов Г.П., Дмитриева В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
9. 519 Р28 Численные методы : компьютерный практикум, Рашиков В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
10. ЭИ Р28 Численные методы. Компьютерный практикум : учебно-методическое пособие для вузов, Рашиков В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Отч. И88 Исследование неравновесных процессов в полупроводниках группы АП ВV при низких температурах. Ч.2 : отчет о НИР проблемной лаборатории, , Москва: МИФИ, 1972
2. Отч. И88 Исследование неравновесных процессов в полупроводниках группы АП ВV при низких температурах. Ч.1 : отчет о НИР проблемной лаборатории, , Москва: МИФИ, 1971
3. 621.039 М31 Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Рябов Н.О., Меринов И.Г., Маслов Ю.А., Москва: МИФИ, 2008
4. ЭИ М31 Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Рябов Н.О., Меринов И.Г., Маслов Ю.А., Москва: МИФИ, 2008
5. 533 Д81 Применение ЭВМ для решения задач теплообмена : учеб. пособие для вузов, Сигалов А.В., Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Москва: Высшая школа, 1990

6. 519 Б30 Численные методы : Учеб. пособие для вузов, Жидков Н.П., Кобельков Г.М., Бахвалов Н.С., М.: Бином, Лаборатория знаний, 2003
7. 519 Б30 Численные методы : учебное пособие для вузов, Жидков Н.П., Кобельков Г.М., Бахвалов Н.С., Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015
8. 519 К17 Численные методы : Учебное пособие для вузов, Калиткин Н.Н., М.: Наука, 1978
9. 519 Б30 Численные методы в задачах и упражнениях : , Бахвалов Н.С., Чижонков Е.В., Лапин А.В., М.: Высш. школа, 2000
10. 519 Б30 Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов, Бахвалов Н.С., Чижонков Е.В., Лапин А.В., Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2010
11. 519 С17 Численные методы и программирование на Фортране для персонального компьютера : , Самохин А.Б., Самохина А.С., М.: Радио и связь, 1996
12. 519 Ч-67 Численные методы Кн.1 Численный анализ, , Москва: Академия, 2013
13. 519 Ч-67 Численные методы Кн.2 Методы математической физики, , Москва: Академия, 2013
14. 519 В63 Численные методы расчета одномерных систем : , Воеводин А.Ф., 1981

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. World-nuclear (<http://world-nuclear.org/>)
2. Росатом ([www.rosatom.ru](http://www.rosatom.ru))
3. Росэнергоатом (<http://www.rosenergoatom.ru>)
4. Урановый холдинг АРМЗ (<http://www.armz.ru>)
5. ТВЭЛ (<http://www.tvel.ru>)
6. ВЭБ элемент (<http://www.webelements.com>)

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

При выполнении лабораторных работ и домашнего задания требуется знание численных методов используемых при численном решении систем алгебраических уравнений и обыкновенных дифференциальных уравнений.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Основное внимание следует уделить изложению базовых понятий численных методов, используемых при решении рассматриваемых задач. Студенты должны четко представлять, как отличаются области определения точного и разностного решения, основные свойства разностных схем и их взаимосвязь.

При изучении численных методов решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений необходимо подробно изложить основные подходы, применяемые для получения различных классов разностных схем. Студенты должны хорошо представлять основные преимущества и недостатки одношаговых, многошаговых и многозначных методов численного решения.

Лабораторные работы предназначены для закрепления полученных на лекциях знаний. Перед выполнением работы студенты должны повторить соответствующие разделы курса, что должно быть проконтролировано перед проведением лабораторной работы.

Отчет о выполненной работе должен обязательно включать материалы соответствующего раздела курса, а при приеме отчета следует обратить внимание на знание студентом основных теоретических положений, положенных в основу лабораторной работы.

Автор(ы):

Меринов Игорь Геннадьевич, к.т.н.

Рецензент(ы):

доцент Харитонов В.С., доцент Корсун А.С.