

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Трехгорный технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ
_____ Т.И. Улитина
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Численные методы» изучает приближённые методы, которые позволяют вычислять приближённо значения функций, строить аналитические выражения для различных функций (выполнять аппроксимацию функций), заданных таблицей значений, вычислять приближённо значения производных и интегралов, находить приближённо решения дифференциальных, нелинейных и линейных уравнений и их систем.

1.1 Цели дисциплины

Цель дисциплины «Численные методы» состоит в формировании у студентов твердых теоретических знаний важнейших численных методов и практических навыков в работе с интегрированными пакетами прикладных программ автоматизации инженерно-технических расчетов, применяемых для решения инженерно-технических задач.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Численные методы» является:

- 1) обучить студентов основным методам решения задач вычислительной математики;
- 2) привить студентам устойчивые навыки математического моделирования с использованием ЭВМ;
- 3) дать опыт проведения вычислительных экспериментов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Численные методы» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла дисциплин (Б1.В.ОД.4).

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.13.1 Общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные

компетенции, введенные ОС

Изучение дисциплины «Численные методы» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

универсальных (УК):

- способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1)

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования(З-УКЕ-1)

уметь:

–использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи (У-УКЕ-1)

владеть:

– методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами (В-УКЕ-1).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули		
Профессиональное и трудовое	- формирование глубокого понимания	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и

<p>воспитание</p>	<p>социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)</p>	<p>общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	<p>- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
<p>Интеллектуальное воспитание</p>	<p>- формирование культуры умственного труда (B11)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.</p>

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 3									
1	Раздел 1	1-9	14	-	22	18	С1 – 4, 10	КР1 – 9, 15	25
2	Раздел 2	10-18	14	-	22	18	С2 – 14, 10	КР2 – 18, 15	25
Итого			28	-	44	36	20	30	50
Зачет с оценкой			27						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1

Теория погрешностей. Вычислительные алгоритмы. Численные методы решения нелинейных уравнений. Численное решение систем уравнений. Основные источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня. Общая формула для погрешности. Правила округления. Понятие о вероятностной оценке погрешности. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма. Способы отделения корней уравнения. Решение уравнений методом половинного деления. Решение уравнений методом итераций. Решение уравнений методом хорд. Решение уравнений методом Ньютона (касательных). Решение систем уравнений методом итераций. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Вычисление определителей и обращение

матрицы методом Гаусса. Метод итераций, условия сходимости и оценка погрешностей. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итераций. Метод Зейделя. Оценка числа итераций. Системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона.

Метод итераций. Метод градиента. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.

Раздел 2

Аппроксимация функций. Интерполяция функций. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Интегральное среднеквадратичное приближение функций ортогональными многочленами. Метод наименьших квадратов. Эмпирические формулы. Интерполирование функций. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполирование функций кубическими сплайнами. Эрмитовы кубические интерполянты. Вычисление производной по её определению. Конечно-разностные аппроксимации. Численные методы безусловной оптимизации. Унимодальные функции. Схема сужения промежутка унимодальности функции. Метод половинного деления для нахождения локального минимума функции. Метод “скорейшего спуска” для нахождения локального минимума функции. Приближённое вычисление определённых интегралов с помощью интегральных сумм. Формулы прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона (параболических трапеций). Понятие о численном решении задачи Коши. Численное решение дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.

4.2 Тематический план практических работ

1. Основные источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня. Общая формула для погрешности. Правила округления. Понятие о вероятностной оценке погрешности.

3. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма.
4. Способы отделения корней уравнения. Решение уравнений методом половинного деления.
5. Решение уравнений методом итераций.
6. Решение уравнений методом хорд.
7. Решение уравнений методом Ньютона (касательных).
8. Решение систем уравнений методом итераций.
9. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Вычисление определителей и обращение матрицы методом Гаусса.
10. Метод итераций, условия сходимости и оценка погрешностей. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итераций.
11. Метод Зейделя.
12. Оценка числа итераций. Системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
13. Метод итераций. Метод градиента.
14. Интегральное среднеквадратичное приближение функций ортогональными многочленами. Метод наименьших квадратов. Эмпирические формулы.
15. Интерполирование функций. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполирование функций кубическими сплайнами.
16. Эрмитовы кубические интерполянты. Вычисление производной по её определению. Конечно-разностные аппроксимации.
17. Метод половинного деления для нахождения локального минимума функции. Метод “скорейшего спуска” для нахождения локального минимума функции.
18. Приближённое вычисление определённых интегралов с помощью интегральных сумм.
19. Формулы прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона (параболических трапеций).
20. Численное решение дифференциальных уравнений первого и второго порядка
21. Метод Эйлера.

22.Метод Рунге-Кутта.

4.3 Самостоятельная работа студентов

1. Погрешность результата численного решения задачи
2. Интерполирование функций
3. Приближенное вычисление интегралов
4. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений
5. Решение нелинейных уравнений
6. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
7. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
-----	----------------------------------	--	---

КР1	Контрольная работа №1	Тема: численные решения уравнений и систем (3 задания, 10 вариантов)	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР2	Контрольная работа №2	Тема: численное интегрирование, дифференциальные уравнения (4 задания, 10 вариантов)	
С1	Самостоятельная работа №1	Тема: погрешность, линейные и нелинейные уравнения (3 задания, 2 варианта)	Фонд тестовых заданий
С2	Самостоятельная работа №2	Тема: аппроксимация и интерполяция функций. Численное дифференцирование. (3 задания, 10 вариантов)	

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	31, 32, 33, 34	У1, У2	В1	КР1, КР2, С1, С2, ЗО
УК-6	31, 32, 33, 34	У1, У2	В1	КР1, КР2, С1, С2, ЗО

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Рубежный контроль – неделя	Промежуточная аттестация
4 семестр						
Раздел 1	Теория погрешностей. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.	УКЕ-1	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1	С1-4	КР1-9	Зачет с оценкой
Раздел 2	Аппроксимация и интерполяция функций. Численное дифференцирование и интегрирование. Дифференциальные уравнения.	УКЕ-1	З-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1	С2-14	КР2-18	

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
С1	Самостоятельная работа №1	выставляется студенту, если все 3 задачи решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, а одна задача содержит не более 1 ошибки	9	
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	8	
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
С2	Самостоятельная работа №2	выставляется студенту, если все 3 задачи решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, а одна задача содержит не более 1 ошибки	9	
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	8	
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если все 3 задачи решены верно	15	15 – 9
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	10	
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, но содержатся небольшие ошибки	9	
		выставляется студенту, если 1 задача решена верно	5	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<5	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если 4 задачи решены верно	15	15 – 9
		выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, а четвертая задача содержит ошибки	12	
		выставляется студенту, если 2 задачи решены верно, а остальные содержат ошибки	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
З0	Зачет с оценкой	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с	40-50	50 – 30

	незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		
	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
	выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
	если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно-ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины
«отлично» – A	90 ÷ 100	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.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

<p>«удовлетворительно» – E, D</p>	<p>60 ÷ 69</p>	<p>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.</p>
<p>«неудовлетворительно» – F</p>	<p>менее 60</p>	<p>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.</p>

Вопросы к зачету с оценкой

1. Способы отделения корней уравнения.
2. Решение уравнений методом половинного деления.
3. Решение уравнений методом итераций.
4. Решение уравнений методом хорд.
5. Решение уравнений методом Ньютона (касательных).
6. Решение систем уравнений методом итераций.
7. Интегральное среднеквадратичное приближение функций ортогональными многочленами.
8. Метод наименьших квадратов.
9. Эмпирические формулы.
10. Интерполирование функций.
11. Интерполяционная формула Лагранжа.
12. Интерполирование функций кубическими сплайнами.
13. Эрмитовы кубические интерполянты.
14. Вычисление производной по её определению.
15. Конечно-разностные аппроксимации.
16. Численные методы безусловной оптимизации.
17. Унимодальные функции. Схема сужения промежутка унимодальности функции.
18. Метод половинного деления для нахождения локального минимума функции.
19. Метод “скорейшего спуска” для нахождения локального минимума функции.

20. Приближённое вычисление определённых интегралов с помощью интегральных сумм.
21. Формулы прямоугольников.
22. Формула трапеций.
23. Формула Симпсона (параболических трапеций).
24. Понятие о численном решении задачи Коши
25. Численное решение дифференциальных уравнений первого порядка.
26. Метод Эйлера.
27. Метод Рунге-Кутты.
28. Основные источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.
29. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений.
30. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня. Общая формула для погрешности.
31. Правила округления.
32. Понятие о вероятностной оценке погрешности.
33. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма.
34. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Вычисление определителей и обращение матрицы методом Гаусса.
35. Метод итераций, условия сходимости и оценка погрешностей. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итераций.
36. Метод Зейделя. Оценка числа итераций.
37. Системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
38. Метод итераций.
39. Метод градиента.
40. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс]/ Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 635 с
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 240 с.
3. Численные методы : учебник для вузов. - М.: Издат. центр "Академия", 2013 - (Университетский учебник) (Прикладная математика и информатика). - ISBN 978-5-7695-5090-4 Кн. 1: Численный анализ / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина. - 2013. - 298, [1] с. - Библиогр.: с. 293-294. - ISBN 978-5-7695-5089-8
4. Численные методы : учебник для вузов. - М.: Издат. центр "Академия", 2013 - (Университетский учебник) (Прикладная математика и информатика). - ISBN 978-5-7695-5090-4 Кн. 2: Методы математической физики / Н. Н. Калиткин, П. В. Корякин. - 2013. - 302, [1] с. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-7695-5091-1
5. Численные методы : учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6.
6. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 356 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02714-3.

7.2 Дополнительная литература

1. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 249 с.
2. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций: учебное пособие для вузов по специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" и по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" / В. А. Срочко. —

СПб. : Лань, 2010 . – 208 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1014-9 .

3. Аверина, Т. А. Численные методы. Алгоритмы моделирования систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т. А. Аверина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 156 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07204-4
4. Аверина, Т. А. Численные методы. Верификация алгоритмов решения систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т. А. Аверина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07205-1.
5. Гателюк, О. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 140 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05894-9.
6. Емельянов, В. Н. Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3.
7. Кольцова, Э. М. Численные методы решения уравнений математической физики и химии : учебное пособие для вузов / Э. М. Кольцова, А. С. Скичко, А. В. Женса. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 220 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06219-9.
8. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0.
9. Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11518-5.
10. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10886-6.

11. Пименов, В. Г. Численные методы решения уравнений с наследственностью : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов ; под научной редакцией А. Б. Ложникова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 ; Екатеринбург : Издательство Уральского университета. — 134 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10892-7
12. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10891-0.
13. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7.
14. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 367 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3859-3
15. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 367 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04449-2.

7.3 Интернет-ресурсы

1. Мокрова Н.В. Численные методы в инженерных расчетах : учебное пособие / Мокрова Н.В., Суркова Л.Е.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 с. — ISBN 978-5-4486-0238-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71739>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/167179> (дата обращения: 24.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.4 Периодические издания

Газеты:

1. ПОИСК. Еженедельная газета научного сообщества

Журналы:

1. ВЫСШАЯ ШКОЛА XXI ВЕКА. (Альманах)
2. ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ
3. ЗНАНИЕ – СИЛА
4. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
5. СОВЕТНИК В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ
6. СПЕЦИАЛИСТ

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>