

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, Филипов Е.Г.

Рабочая программа

Численные методы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика Профиль. Прикладная информатика в технических системах, 09.03.03_18_Прикладная информатика_ПрПИВТС_заоч_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика Профиль. Прикладная информатика в технических системах, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения доцент, к.ф.м.н. Гюнтер Д.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины: формирование у студентов достаточных теоретических знаний и практических навыков по использованию методов вычислительной математики в профессиональной деятельности.
1.2	Задачи:
1.3	- изучить основные понятия и методы вычислительной математики;
1.4	- развить математическое и алгоритмическое мышление обучающихся;
1.5	- сформировать навыки естественного применения формальных методов вычислительной математики, связанных с разработкой и эксплуатацией средств вычислительной техники.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Информационные системы и технологии	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Теория систем и системный анализ	
2.1.4	Экология	
2.1.5	Языки программирования	
2.1.6	Физика	
2.1.7	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Защита информации	
2.2.2	Информационная безопасность	
2.2.3	Компьютерная графика	
2.2.4	Металлургические технологии	
2.2.5	Общая энергетика	
2.2.6	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.7	Технические средства информационных систем	
2.2.8	Управление техническими системами	
2.2.9	Экономика	
2.2.10	Электротехника, электроника и схемотехника	
2.2.11	Интеллектуальные технологии в металлургии	
2.2.12	Интеллектуальные технологии в энергетике	
2.2.13	Научно-исследовательская работа	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика	
2.2.16	Средства информатизации в металлургии	
2.2.17	Средства информатизации в энергетике	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проектировать прикладные и информационные процессы в технических системах
Знать:
ПК-1-31 информационное обеспечение и принципы построения информационных систем управления технологическими процессами
ПК-4: Исследования (способен: осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации; осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области)
Знать:
УК-4-31 историю развития, основные понятия, методы и приемы вычислительной математики, используемые при решении задач обработки информации с использованием ЭВМ

УК-6: Принятие решений (способен: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений)
Знать:
УК-6-31 этапы решения прикладной задачи и классификацию ошибок, понятие приближенного числа, абсолютной и относительной погрешности.
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
Знать:
ОПК-6-31 основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования
Уметь:
ОПК-6-У1 применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий
УК-6: Принятие решений (способен: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений)
Уметь:
УК-6-У1 выбирать оптимальные численные методы для решения поставленной задачи.
ПК-1: Способен проектировать прикладные и информационные процессы в технических системах
Уметь:
ПК-1-У1 использовать методы системного моделирования технологических процессов
УК-4: Исследования (способен: осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации; осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области)
Уметь:
УК-4-У1 применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат вычислительной математики
УК-6: Принятие решений (способен: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений)
Владеть:
УК-6-В1 навыками практической оценки точности результатов, полученных в ходе решения тех или иных вычислительных задач.
УК-4: Исследования (способен: осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации; осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области)
Владеть:
УК-4-В2 навыками проведения численных экспериментов в среде современных инструментальных средств программирования
ПК-1: Способен проектировать прикладные и информационные процессы в технических системах
Владеть:
ПК-1-В1 современными компьютерными методами математического моделирования технологических процессов
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
Владеть:
ОПК-6-В1 навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий

УК-4: Исследования (способен: осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации; осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области)

Владеть:

УК-4-В1 методами вычислительной математики для разработки и анализа алгоритмов решения стандартных задач обработки информации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Численные методы алгебры							
1.1	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы решения задач о собственных значениях и векторах матриц. Методы решения нелинейных уравнений. /Лек/	3	4		Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
1.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Приближенные значения чисел, их погрешности. Абсолютная, относительная погрешность. Формы записи приближенных чисел. Погрешности результатов действий над приближенными числами. /Ср/	3	24		Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
1.3	Решение систем алгебраических линейных уравнений. Точные и приближенные методы. Метод Гаусса. Метод Якоби. Метод Зейделя. Обращение матриц. Нахождение определителя матрицы. /Лаб/	3	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
1.4	Решение нелинейных уравнений. Метод половинного деления. Метод хорд и касательных. Комбинированный метод. Сравнение методов. /Пр/	3	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2			
	Раздел 2. Численные методы теории приближений							

2.1	Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Линейное программирование. Методы решения нелинейных уравнений. Методы решения систем нелинейных уравнений. Интерполяция и экстраполяция. Интерполяционные многочлены. Конечноразностные интерполяционные формулы. Полиномы Лагранжа и Ньютона. Погрешность интерполяции. /Лек/	3	4		Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
2.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Интерполяционные сплайны и тригонометрическая интерполяция. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Сравнительная характеристика методов. /Ср/	3	24		Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
2.3	Решение задач нелинейной оптимизации. Операции над полиномами. /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
2.4	Методы функциональной интерполяции. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов. Выдача заданий для контрольной работы. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2			
	Раздел 3. Обыкновенные дифференциальные уравнения							
3.1	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Задача Коши. Разностные формулы. Методы Адамса. Формулы типа Рунге и Кутты. Численные методы решения краевых задач. Линейные краевые задачи. Прогонка. Нелинейные краевые задачи. Метод стрельбы. /Лек/	3	4		Л1.1Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			

3.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Численные формулы дифференцирования. Остаточные члены простейших формул и их оценка. Методы Рунге практической оценки погрешностей. Сравнительная характеристика методов. Выполнение контрольной работы. Подготовка к зачету с оценкой. /Ср/	3	64		Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2			
3.3	Методы численного дифференцирования и интегрирования. Методы решения ОДУ первого порядка. Методы решения ОДУ второго порядка. /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
3.4	Методы решения краевых задач. Нелинейное и квадратичное программирование. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1			
3.5	Проведение зачета с оценкой /ЗачётСОц/	3	4		Э1 Э2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к зачету с оценкой (ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-3-31, ПК-3-У1, ОПК-7-31, ОПК-7-У1, УК-6-31, УК-6-У1):

1. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
2. Решение систем линейных уравнений методом LU-разложения.
3. Решение систем линейных уравнений методом простых итераций.
4. Решение систем линейных уравнений методом Зейделя.
5. Решение задач линейного программирования графическим методом.
6. Метод непосредственного разворачивания для определения собственных значений и собственных векторов матриц.
7. Метод итераций для определения собственных значений и собственных векторов матриц.
8. Подбор эмпирической зависимости и оценка коэффициентов с помощью метода наименьших квадратов для заданной таблично функции.
9. Определение корня нелинейного уравнения методом половинного деления.
10. Определение корня нелинейного уравнения методом хорд.
11. Определение корня нелинейного уравнения методом Ньютона.
12. Определение корня нелинейного уравнения методом простых итераций.
13. Решение системы нелинейных уравнений методом простых итераций.
14. Решение системы нелинейных уравнений методом Зейделя.
15. Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона.
16. Применение интерполяционного полинома для целей аппроксимации.
17. Аппроксимация сеточных функций методом наименьших квадратов.
18. Метод интерполяции на основе кубических сплайнов.
19. Численное дифференцирование.
20. Численное интегрирование.
21. Решение задачи Коши для ОДУ первого порядка методами Эйлера (явным и неявным и первым улучшенным) и методами Рунге - Кутты.
22. Решение задачи Коши для ОДУ высших порядков.
23. Решение системы ОДУ методом Рунге-Кутта.
24. Многошаговые методы решения задачи Коши.
25. Общее решение однородных линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
26. Решение неоднородных линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
27. Конечно-разностный метод решения краевой задачи.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Контрольная работа включает в себя выполнение расчетно-графической работы на тему: "Численные методы решения дифференциальных уравнений" (ПК-2-В1, ПК-2-В2, ПК-3-В1, ОПК-7-В1, УК-6-В1).

Цель расчетно-графической работы: изучение численных методов решения дифференциальных уравнений, формирование основных принципов выбора методов численного решения дифференциальных уравнений.

Задачи: научиться решать профессиональные задачи с применением численных методов.

Задания расчетно-графической работы включают в себя две части: теоретическую и расчетную. В теоретической части приводится ответ на один из вопросов по теории дисциплины.

Примерный перечень теоретических вопросов:

- 1) Постановка задачи Коши
- 2) Ломаная Эйлера
- 3) Формулы Эйлера нахождения приближенных значений
- 4) Двойной просчет при нахождении приближенных значений функции
- 5) Метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности
- 6) Скалярные поля: производная по направлению, градиент
- 7) Векторные поля: дивергенция, циркуляция, ротор, поток
- 8) Формулы Остроградского-Гаусса и Стокса

Расчетная часть представляет из себя решение практических задач. Решение задач должно быть кратким и, в то же время, достаточно объяснено ссылками на теорию.

Расчетно-графическая работа выполняется в отдельной тонкой тетради.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по дисциплине не предусмотрен.

Формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой. Дифференцированная оценка по дисциплине рассчитывается как среднее арифметическое по результатам выполнения контрольной работы и проверочных заданий по итогам каждого раздела дисциплины.

Дистанционно зачет с оценкой проводится в LMS Canvas. Тест содержит 30 заданий. На решение отводится 30 минут. Разрешенные попытки - две. Зачитывается наилучший результат.

Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Canvas:

1. Абсолютной погрешностью называют:

- а) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|(a^* - a) / a^*| \leq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.
- б) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|a^* - a| \geq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.
- в) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|a^* - a| \leq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.
- г) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|a^* - a/2| \leq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему

2. Относительной погрешностью называют:

- а) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|(a^* - a) / a^*| \leq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.
- б) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|a^* - a| \geq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.
- в) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|a^* - a| \leq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.
- г) Некоторую величину $\Delta(a^*)$, про которую известно, что $|a^* - a/2| \leq \Delta(a^*)$, где a – точное значение некоторой величины, a^* - известное приближение к нему.

3. Алгоритм Гаусса реализуем

- а) всегда, но только для симметричных матриц
- б) только для несимметричных матриц
- в) всегда
- г) при условии отличия от нуля определителя матрицы коэффициентов.

4. Приближенным числом a называют число, незначительно отличающиеся от

- а) точного A
- б) неточного A
- в) среднего A
- г) точного не известного

5. Числовой ряд названия сходящимся, если

- а) существует последовательность
- б) можно найти сумму ряда

- в) существует предел последовательности его частных сумм
г) частные суммы равны нулю
6. Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи
- а) погрешность задачи
б) погрешность метода
в) остаточная погрешность
г) погрешность действия
7. Погрешности, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе
- а) погрешность условия
б) абсолютная погрешность
в) относительная погрешность
г) остаточная погрешность
8. Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров, называют
- а) начальными
б) относительными
в) абсолютными
г) остаточными
9. Погрешности, связанные с системой счисления
- а) относительная погрешность
б) погрешность округления
в) погрешности задач
г) остаточная погрешность
10. Относительная погрешность
- а) $\sigma = a - A$
б) $\sigma = \Delta$
в) $\sigma = \Delta/|A|$
г) $\sigma = A/a$
11. С помощью этого метода число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством
- а) процесс Герона
б) формула Тейлора
в) формула Маклорена
г) метод Крамера
12. Нахождение обратной матрицы для данной называется
- а) транспонированием
б) обращением данной матрицы
в) суммой матриц
г) заменой строк и столбцов
13. Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней уравнения или системы уравнений –
- а) приближенный метод
б) точный метод
в) относительный метод
г) таких методов не существует
14. Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся
- а) бесконечных процессов
б) приближенный метод
в) точный метод
г) итерационный метод
д) метод Зейделя
15. Этот метод является наиболее распространенным приемом решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного треугольному виду
- а) метод Гаусса
б) ведущий метод
в) метод обратный матриц
г) аналитический метод
16. Методы решения уравнений делятся на:
- а) прямые и итеративные

- б) прямые и косвенные
в) начальные и конечные
г) простые и сложные
17. Отделение корней можно выполнить двумя способами:
а) приближением и отделением
б) аналитическим и графическим
в) аналитическим и систематическим
г) систематическим и графическим
18. Какой из методов служит для решения СЛАУ?
а) Метод наименьших квадратов
б) Метод хорд
в) Метод Жордана
г) Метод Ньютона
19. Какой из методов решает систему нелинейных уравнений?
а) Метод наименьших квадратов
б) Метод хорд
в) Метод Жордана
г) Метод Ньютона
20. Какой из методов служит для получения максимума функции?
а) Метод градиентного поиска
б) Метод дихотомии
в) Метод простой итерации
г) Метод Ньютона
21. Какой из методов лучше использовать для вычисления обратной матрицы?
а) Метод Гаусса
б) Метод Жордана
в) Метод Халецкого
г) Метод Зейделя
д) Метод дихотомии
22. Какой из методов использует вычисление частных производных?
а) Метод последовательных приближений
б) Метод равных погрешностей
в) Метод равных вкладов
г) Метод оптимизации
д) Метод релаксации
23. Какой из методов не используется для вычисления оценок погрешности?
а) Метод последовательных приближений
б) Метод равных погрешностей
в) Метод равных вкладов
г) Метод оптимизации
д) Метод релаксации
24. Для равномерного приближения характерно использование ...
а) канонического полинома
б) полинома Лагранжа
в) полинома Ньютона
г) полинома Чебышева
д) кубического полинома
25. Дано приближённое число $x = 25,6$ и его относительная погрешность $0,31\%$. Найти абсолютную погрешность \square этого числа.
0,007
0,07
0,009
0,08
26. Результатом сложения матрицы A и противоположной ей матрицы $-A$ является матрица...
а) нулевая
б) единичная
в) обратная
г) транспонированная

27. В методе Гаусса приведение системы линейных уравнений к треугольному виду -

- а) обратный ход
- б) прямой ход
- в) простая итерация
- г) двойной пересчет

28. Какая из формул решает задачу Коши?

- а) 1-я формула Рунге
- б) 2-я формула Рунге
- в) 3-я формула Рунге
- г) формула Эйлера

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Критерии оценки ответов на зачете с оценкой, проводимом в дистанционной форме в LMS Canvas

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 - хорошо

60 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы:

1. Теоретические сведения изложены в достаточном объеме, четко и последовательно
2. Расчетные задачи решены верно, в полном объеме, приведены логические пояснения
4. Расставлены ссылки на источники
5. Текст написан грамотно, стилистически выдержан
6. Работа оформлена в соответствии с требованиями

Работа оценивается на отлично, если:

- теоретические сведения изложены в достаточном объеме, четко и последовательно, использованы выводы (позиции, мнения и др.) известных ученых, профессионалов, имеются примеры, даются ссылки на источники, текст написан грамотно, стилистически выдержан и оформлен в соответствии с требованиями.
- расчетные задачи решены в полном объеме, приведены пояснения.

В целом по работе: расставлены ссылки на источники, текст написан грамотно, стилистически выдержан, оформлен в соответствии с требованиями.

Выполнение работы оценивается как хорошее, если она соответствует всем критериям, перечисленным выше, но расчетные задачи решены полностью, не приведены этапы решения, отсутствуют пояснения.

В целом по работе: расставлены ссылки на источники, текст написан грамотно, стилистически выдержан, оформлен в соответствии с требованиями.

Выполнение работы оценивается как удовлетворительное, если она соответствует всем критериям, перечисленным выше, но ответ на теоретически вопрос приведен не в полном объеме, расчетные задачи решены не полностью, отсутствуют пояснения и этапы решения.

Если расчетно-графическая работа не соответствует критериям, перечисленным выше, то оценивается неудовлетворительно.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Изаак Д.Д.	Вычислительная математика: курс лекций		НФ МИСиС, 2009, http://elibrary.misis.ru
Л1.2	Н.С.Бахвалов, А.В.Лапин, Е.В.Чижонков	Численные методы в задачах и упражнениях		М.: Высшая школа, 2000,
Л1.3	В.Д.Иванов и др.	Лабораторный практикум по курсу Основы вычислительной математики: учебн.пособие		М.: МЗ Пресс, 2001,

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	А.Ф.Измаилов, М.В.Солодов	Численные методы оптимизации: Учеб.пособие		М.: Физматлит, 2003,

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.2	Вержбицкий В.М.	Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения: учебн.пособие		М.: Высшая школа, 2000,
Л2.3	Кацман Ю.	Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы: учебник		Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013, http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=442107
Л2.4	Самарский А.А.	Введение в численные методы: учебн.пособие		М.: Наука, 1987,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Изаак Д.Д., Швалёва А.В.	Вычислительная математика: учебно-методическое пособие		Орск: ОГТИ, 2012, http://elibrary.misis.ru
Л3.2	Г.И. Шевченко, Т.А. Куликова	Численные методы: лабораторный практикум		Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016, http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=457891

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY	https://www.elibrary.ru/
Э2	НФ НИТУ МИСиС	http://nf.misis.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	http://www.exponenta.ru/ - Образовательный математический сайт
И.2	http://mathportal.net/ - Математический портал
И.3	http://www.intuit.ru/ - Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"
И.4	https://elbib.ru/ - Научная электронная библиотека
И.5	
И.6	http://www.gpntb.ru - Государственная публичная научно-техническая библиотека
И.7	http://www.tehlit.ru - Библиотека нормативно-технической литературы

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas. Он доступен по URL адресу <https://lms.misis.ru> и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке ... Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Экономика_Иванов_И.И._БМТ-19_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом

важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams. Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;

- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.