


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

УТВЕРЖДЕНО
 решением Ученого совета ФМИАТ
 от « 16 » мая 2023 г., протокол № 4/23
 Председатель Волков М.А.
 (подпись, расшифровка подписи)
 « 16 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Математические основы численного анализа
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Прикладная математика
Курс	1

Направление (специальность): **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
(код направления, полное наименование)

Направленность (профиль): **Имитационное моделирование и анализ данных**
(полное наименование)


Форма обучения: **очная**


Дата введения в учебный процесс УлГУ: «1» сентября 2023 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 10 от 21.05.2024 г.
 Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № от 20 г.
 Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № от 20 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Шабалин Александр Станиславович	ИТ	Доцент, д.ф.-м.н.
Богданов Андрей Юрьевич	ПМ	Доцент, д.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедры прикладной математики
 <u> </u> / <u>Бутов А.А.</u> / Подпись ФИО « 16 » мая 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная дисциплина охватывает математические обоснования приближения функций, численного дифференцирования и интегрирования, задач алгебры и решения нелинейных уравнений, приближенным методам решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Предметом изучения являются математические методы численного, в том числе компьютерного моделирования различных явлений, в моделях.

Целью курса «Математические основы численного анализа» является изучение основных понятий и методов численного анализа математических моделей. В процессе обучения студенты должны усвоить методику построения численных схем и приобрести навыки компьютерного исследования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.ДВ.05.01 «Математические основы численного анализа» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Имитационное моделирование и анализ данных».


Дисциплина закладывает фундаментальные математические знания необходимые для изучения всех основных курсов, посвященных математическому и компьютерному моделированию реальных объектов.

Данная дисциплина базируется на входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им при изучении предшествующих учебных дисциплин, указанных в Приложении к данной рабочей программе (в фондах оценочных средств – далее ФОС, пункт 1).

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин (указаны в ФОС, пункт 1).

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	принципы математического численного моделирования, правила приближенных вычислений;	применять и использовать алгоритмы численного анализа для решения математических задач,	алгоритмами численного анализа в задачах моделирования.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

		поставленных задач		анализировать полученные численные результаты;	
2	ПК-2	Способен критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности	принципы математического численного моделирования, правила приближенных вычислений;	применять и использовать алгоритмы численного анализа для решения математических задач, анализировать полученные численные результаты;	алгоритмами численного анализа в задачах моделирования.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 5 зачетные единицы

4.2 По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения: очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам 8
Контактная работа обучающихся с преподавателем	36/36	36/36
Аудиторные занятия:	36/36	36/36
Лекции	18/18	18/18
практические и семинарские занятия	18/18	18/18
лабораторные работы (лабораторный практикум)		
Самостоятельная работа	120	120
Текущий контроль (количество и вид)	Устный	
Курсовая работа		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен 36	Экзамен 36
Всего часов по дисциплине	180	180


* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

4.3 Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий
---------------------------	-------	----------------------

		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1. Погрешности вычислений и решение нелинейных уравнений						
1.1. Приближенные числа. Погрешности вычислений	4	1		1		2
1.2. Приближенное решение уравнений	4	1	1		1	2
1.3. Метод итераций	8	1	1	1	1	4
Раздел 2. Решение систем линейных уравнений						
2.1. Метод Гаусса с выбором главного элемента.	7	1	1		1	4
2.2. Вычисление обратной матрицы	8	1	1			2
2.3. Метод квадратных корней. Схема Халецкого. Метод итераций.	8	1	0.5			2
2.4. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешностей.	5	1	0.5			1
2.5. Нахождение собственных значений и собственных векторов матрицы.	7	1	0.5			2
Раздел 3. Интерполяция функций						
3.1. Разностный оператор. Разностные уравнения первого и второго порядка.	4	1	0.5			1
3.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.	7	0.5	0.5			2
3.3. Оценка погрешности интерполяции.	7	0.5	0.5			2
3.4. Интерполяционный многочлен Ньютона	4	0.5	0.5			1
3.5. Численное дифференцирование.	4	0.5	0.5			1
3.6. Общая задача интерполирования.	5	0.5	0.5			1
Раздел 4. Численное интегрирование						
4.1. Квадратурные формулы. Алгебраическая степень точности.	4	0.5	0.5			1
4.2. Формулы Ньютона-Котеса.	4	0.5	0.5			1


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивно й форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинар	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
4.3. Составные формулы квадратур.	4	0.5	0.5			1
4.4. Метод экстраполяции повышения точности квадратурных формул.	4	0.5	0.5			4
4.5. Квадратурные формулы Гаусса.	5	0.5	0.5			4
4.6. Оценка погрешности квадратурных формул.	4	0.5	0.5			4
4.7. Интерполяционные формулы Адамса.	4	0.5	0.5			4
Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений						
5.1. Метод Эйлера решения ОДУ.	4	0.5	0.5			4
5.2. Методы прогноза и коррекции.	4	0.5	0.5			4
5.3. Методы Рунге-Кутты.	4	0.5	0.5			4
5.4. Устойчивость явного и неявного метода Эйлера.	4	0.5	0.5			4
Раздел 6. Сплаины. Аппроксимация данных						
6.1. Кусочно-полиномиальная аппроксимация.	4	0.5	0.5			4
6.2. Определение сплайна. Кубические сплайны дефекта 1.	4	0.5	0.5			4
6.3. Эрмитовы сплайны.	4	0.5	0.5			4
6.4. Кривые Безье.	4	0.5	0.5			4
Экзамен	36					
Итого:	180	18	18			120

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Погрешности вычислений и решение нелинейных уравнений

- 1.1 Приближенные числа. Погрешности вычислений.
- 1.2 Приближенное решение уравнений.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

1.3 Метод итераций.

Раздел 2. Решение систем линейных уравнений

- 2.1 Метод Гаусса с выбором главного элемента.
- 2.2 Вычисление обратной матрицы.
- 2.3 Метод квадратных корней. Схема Халецкого. Метод итераций.
- 2.4 Число обусловленности матрицы. Оценка погрешностей.
- 2.5 Нахождение собственных значений и собственных векторов матрицы.

Раздел 3. Интерполяция функций

- 3.1 Разностный оператор. Повторные разности от многочлена. Разностные уравнения первого и второго порядка.
- 3.2 Интерполяционный многочлен Лагранжа.
- 3.3 Оценка погрешности интерполяции: погрешность метода и погрешность от начальных данных.
- 3.4 Интерполяционный многочлен Ньютона.
- 3.5 Численное дифференцирование, оценка погрешностей.
- 3.6 Общая задача интерполирования. Теорема о наилучшем среднеквадратичном приближении.

Раздел 4. Численное интегрирование

- 4.1 Квадратурные формулы. Интерполяционные квадратурные формулы. Алгебраическая степень точности. Теорема об эквивалентности.
- 4.2 Формулы Ньютона-Котеса. Вывод формул трапеции и Симпсона (с остаточным членом).
- 4.3 Составные формулы квадратур. Составные формулы трапеций и Симпсона (с остаточным членом).
- 4.4 Метод экстраполяции повышения точности квадратурных формул. Правило Рунге.
- 4.5 Квадратурные формулы Гаусса наивысшей степени точности.
- 4.6 Оценка погрешности квадратурных формул. Функция влияния.
- 4.7 Интерполяционные формулы Адамса, их погрешности.

Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений


- 5.1 Метод Эйлера решения обыкновенного дифференциального уравнения.
- 5.2 Многошаговые методы численного интегрирования задачи Коши. Методы прогноза и коррекции.
- 5.3 Методы Рунге-Кутты численного интегрирования задачи Коши.
- 5.4 Устойчивость явного и неявного метода Эйлера численного решения задачи Коши. Понятие «жесткой» системы дифференциальных уравнений.

Раздел 6. Сплаины. Аппроксимация данных

- 6.1 Кусочно-полиномиальная аппроксимация.
- 6.2 Определение сплайна. Кубические сплайны дефекта 1.
- 6.3 Эрмитовы сплайны.
- 6.4 Кривые Безье.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Вычислительная погрешность. Погрешность функции.
2. Метод простых итераций. Метод Ньютона.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

3. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
4. Нормы матрицы. Число обусловленности.
5. Разностные уравнения первого и второго порядка.
6. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
7. Интерполяционный многочлен Ньютона.
8. Численное дифференцирование.
9. Интерполяционные квадратурные формулы.
10. Метод неопределенных коэффициентов.
11. Квадратурные формулы Гаусса.
12. Численное интегрирование функций с особенностями.
13. Метод Эйлера решения ОДУ.
14. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши.
15. Методы построения разностных схем в краевых задачах.
16. Кусочно-полиномиальная аппроксимация.
17. Приближение сплайнами.
18. Построение эрмитовых сплайнов.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Выполнение лабораторных работ (лабораторных практикумов) учебным планом не предусмотрено.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение курсовых работ и рефератов учебным планом не предусмотрено. Примерная тематика контрольных работ представлена ниже.

Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа № 1

Нахождение корней функции.


Задание: Для заданной функции требуется отделить ее действительные корни, уточнить методами простой итерации, половинного деления, хорд и Ньютона.

Порядок выполнения работы:

1. Определить область определения функции.
2. Задав достаточно большой интервал, получить график функции. По нему попытаться определить интервалы, в которых находятся корни функции.
3. Для каждого найденного интервала произвести вычисление методами простой итерации, половинного деления, хорд и Ньютона. Вычисления проводить до достижения точности $\epsilon = 0.0001$.
4. Подсчитать число шагов каждого метода требуемых для достижения заданной точности.
5. Оформить отчет. Отчет должен содержать пункты 1. - 4.
График функции должен демонстрироваться так, чтобы были видны все ее корни.

Варианты

- 1) $x^3 - 3x^2 - 9x + 4$
- 2) $x^4 - 2x^3 - x^2 + 3x - 1$
- 3) $x^3 - 6x - 3$
- 4) $x^4 - 3x^3 - x^2 + 2x + 0.5$

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

$$5) x^3 - 3x^2 - 9x + 3$$

Контрольная работа №2

Приближенное вычисление определенного интеграла

Задание: Вычислить определенный интеграл от заданной функции методами левых прямоугольников, трапеций и Симпсона. Оценить и сравнить погрешности.

Порядок выполнения работы:

1. Вычислить аналитически заданный интеграл.
2. Вычислить интеграл методом левых прямоугольников. Найти абсолютную и относительную погрешности. Вычисления провести для $n=4$ и $n=10$.
3. Вычислить интеграл методом трапеций. Найти абсолютную и относительную погрешности. Вычисления провести для $n=4$ и $n=10$.
4. Вычислить интеграл методом Симпсона. Найти абсолютную и относительную погрешности. Вычисления провести для $n=4$ и $n=10$.
5. Сравнить погрешности вычислений разными методами.
6. Оформить отчет.

Варианты

- 1) $\int_1^2 \frac{\ln(x+2)}{x} dx$
- 2) $\int_1^2 \frac{\arctg x}{1+x^2} dx$
- 3) $\int_1^2 (x+1) \sin x dx$
- 4) $\int_0^1 (x+2) \cos x dx$
- 5) $\int_0^1 \sqrt{x} \cos \sqrt{x} dx$

Контрольная работа №3

Задание: Решить приближенно дифференциальное уравнение $y' = f(x, y)$, удовлетворяющее начальному условию $y(x_0) = y_0$ на отрезке $[x_0; x_0 + 1]$ с шагом $h=0,1$:


- 1) Методом Эйлера;
- 2) Методом Рунге-Кутты.

Порядок выполнения работы

1. Решить аналитически дифференциальное уравнение (задачу Коши).
2. Решить задачу Коши методом Эйлера.
3. Решить задачу Коши методом Рунге_Кутта 4 порядка.
4. Построить графики полученных решений.

Варианты

1. $y' - \frac{1}{x} y = x; y_0 = 0, x_0 = 1.$
2. $y' + \frac{1}{x} y = x; y_0 = 0, x_0 = 0.$

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		


3. $y' - \frac{2}{x}y = x; y_0 = 0, x_0 = 1.$

4. $y' + \frac{2}{x}y = x; y_0 = 0, x_0 = 0.$

5. $y' - 2xy = x; y_0 = 0, x_0 = 0.$

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ


1. Понятие погрешности. Погрешность функции одной и нескольких переменных.
2. Теорема о сходимости простых итераций. Оценка скорости сходимости.
3. Сходимость метода хорд. Оценка его абсолютной погрешности.
4. Теорема о сходимости метода Ньютона решения нелинейного уравнения. Оценка его абсолютной погрешности.
5. Сходимость метода Ньютона на интервале $[a; b]$ со специальным выбором начальной точки.
6. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса.
7. Методы квадратных корней.
8. Схема Халецкого.
9. Метод итераций.
10. Число обусловленности и анализ ошибок.
11. Нахождение собственных значений и собственных векторов матрицы.
12. Разностный оператор. Повторные разности от многочлена. Разностные уравнения первого и второго порядка.
13. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
14. Оценка погрешности интерполяции: погрешность метода и погрешность от начальных данных.
15. Интерполяционный многочлен Ньютона.
16. Численное дифференцирование, его погрешность.
17. Общая задача интерполирования. Теорема о наилучшем среднеквадратичном приближении.
18. Квадратурные формулы. Интерполяционные квадратурные формулы. Алгебраическая степень точности. Теорема об эквивалентности.
19. Формулы Ньютона-Котеса. Вывод формул трапеции и Симпсона (с остаточным членом).
20. Составные формулы квадратур. Составные формулы трапеций и Симпсона (с остаточным членом).
21. Метод экстраполяции повышения точности квадратурных формул. Правило Рунге.
22. Квадратурные формулы Гаусса наивысшей степени точности. Лемма 1 (с доказательством).
23. Квадратурные формулы Гаусса. Теорема о существовании и единственности.
24. Оценка погрешности квадратурных формул. Функция влияния. Примеры.
25. Интерполяционные формулы Адамса. Теорема об их погрешностях.
26. Метод Эйлера решения обыкновенного дифференциального уравнения.
27. Многошаговые методы численного интегрирования задачи Коши. Методы прогноза.
28. Многошаговые методы численного интегрирования задачи Коши. Методы коррекции.
29. Методы Рунге-Кутты численного интегрирования задачи Коши.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

30. Устойчивость явного и неявного метода Эйлера численного решения задачи Коши.
Понятие «жесткой» системы дифференциальных уравнений.
31. Кусочно-полиномиальная аппроксимация.
32. Определение сплайна. Кубические сплайны дефекта 1.
33. Эрмитовы сплайны.
34. Кривые Безье.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
Раздел 1-6	<p>– для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление схем и таблиц по тексту, конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;</p> <p>– для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц для систематизации учебного материала; ответы на контрольные вопросы; подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, тематических кроссвордов; тестирование и др.;</p> <p>– для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; подготовка и проектирование, а также моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, выполнение лабораторных работ; рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.</p>	См. табл. 4.3	Лабораторная работа, устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

основная

1. Бабенко, К. И. Основы численного анализа / К. И. Бабенко ; под редакцией А. Д. Брюно. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 848 с. — ISBN 978-5-4344-0794-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92059.html>
2. Добронез, Б. С. Численный вероятностный анализ неопределенных данных : монография / Б. С. Добронез, О. А. Попова. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. — 168 с. — ISBN 978-5-7638-3093-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84184.html>

дополнительная

1. Демидович, Борис Павлович. Основы вычислительной математики : учеб. пособие / Демидович Борис Павлович, И. А. Марон. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 672 с.
2. Воденин Д. Р. Численные методы оптимизации : учебно-методическое пособие / Д. Р. Воденин; УлГУ, ФМИиАТ, Каф. прикл. математики. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - Загл. с экрана. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,08 Мб). — URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/249>
3. Мастяева, И. Н. Численные методы : учебное пособие / И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. — Москва : Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. — 241 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11121.html>

учебно-методическая

1. Шабалин А. С. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математические основы численного анализа» по направлению бакалавриата 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» / А. С. Шабалин; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 306 КБ). — URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8132>

Согласовано:

Специалист ведущий НБ УлГУ
Должность сотрудника научной библиотеки

Боброва Н.А.
ФИО



подпись

_____ / _____ 2023
дата

б) Программное обеспечение: МойОфис Стандартный, Альт Рабочая станция 8.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.


2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

5. [Российское образование](http://www.edu.ru) : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. **Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

 УИТТ |  |  | _____ | _____
 Должность сотрудника УИТТ | ФИО | подпись | дата

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЛИ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При реализации учебного процесса применяются классические образовательные технологии: лекции для изложения теоретического материала, практические занятия для изучения методов решения задач и примеров, а также компьютерные технологии для проведения лабораторного практикума.


Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения лекционного материала, основной и вспомогательной литературы, рекомендованной по дисциплине.


Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предлагаются темы практических заданий и контрольные вопросы.

Оценка качества освоения ОПОП подготовки должна включать текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся.

Минимально необходимый для реализации ОПОП подготовки перечень материально-технического обеспечения включает в себя учебные классы, оснащенные ЭВМ с соответствующим программным обеспечением для преподавания информатики (операционных систем, языков программирования), численных методов, прикладной математики, специальных курсов, специализированных компьютерных практикумов. Количество и вместимость учебных классов и лабораторий обязано соответствовать числу обучающихся. Для курса «Математические основы численного анализа» не требуется специального материально-технического обеспечения.

Данная Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Разработчик  _____ доцент _____ Шабалин А.С.

Разработчик  _____ доцент _____ Богданов А.Ю.