

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

 Ю.В. Машин

«20» 12 2019 г.

Регистрационный № УД-010304/Б.1.0.26/p

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	34
Курсовой проект, семестр	5
Зачёт, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	112
Всего часов / зачётных единиц	180 / 5

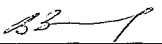
Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»
(название кафедры)

Составитель: Д.В. Роголев, канд. физ.-мат. наук; А.Н. Бондарев, ст. пр.
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилёв, 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-1 от 25.10.2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика» 28.11.2019 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

«18» декабря 2019 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

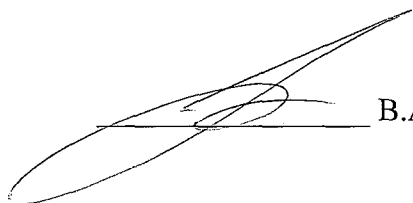
Рецензент: Наталья Владимировна Кожуренко, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова», кандидат физико-математических наук

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые численные методы математической физики, применяемые при решении прикладных задач, не имеющих аналитического решения, либо имеющих его, но, по ряду причин, получение которого затруднено.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- теоретические основы прямых и итерационных методов численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем;
- теоретические основы прямых и итерационных методов численного решения дифференциальных уравнений в частных производных;
- теоретические основы методов численного решения уравнений математической физики (переноса, колебаний), параболических, эллиптических, гиперболических и интегральных уравнений;

уметь:

- применять численные методы для решения практических задач;
- выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию;
- использовать имеющееся программное обеспечение для решения задач и оценивать погрешности выбранных методов решения;

владеть:

- практическими вычислительными навыками решения прикладных задач;
- опытом выбора оптимального и оценки погрешностей реализованного численного метода.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули) (обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- линейная алгебра;
- математический анализ;
- программирование;
- аналитическая геометрия;
- вычислительные методы алгебры;
- обыкновенные дифференциальные уравнения;
- современные математические системы;
- численный анализ;
- дифференциальные уравнения в частных производных.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- математическое моделирование в естествознании, технике и экономике .

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
------------------------------	--------------------------------------

ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем
ПК-2	Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщённых результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	Формулировка задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Одношаговые методы: разложение в ряд Тейлора, методы Эйлера, Эйлера – Коши. Методы Рунге-Кутты. Построение вычислительных правил на основе принципа последовательного повышения порядка точности. Правило Рунге оценки погрешности приближенного решения. Вложенные методы типа Рунге-Кутты. Сходимость одношаговых методов.	ОПК-2, ПК-2
2	Многошаговые методы решения задачи Коши	Многошаговые методы. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса. Общие линейные многошаговые методы. Понятие устойчивости численных методов решения задачи Коши	ОПК-2, ПК-2
3	Жёсткие задачи и методы их решения	Понятие жёсткой задачи. Неявные методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы	ОПК-2, ПК-2
4	Решение краевой задачи для ОДУ	Формулировка краевой задачи. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод дифференциальной прогонки. Метод стрельбы. Метод редукации.	ОПК-2, ПК-2
5	Сеточные методы решения краевых задач ОДУ	Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация. Понятие разностной задачи и разностных схем. Метод сеток решения краевых задач. Методы прогонки и пристрелки решения разностных схем.	ОПК-2, ПК-2
6	Вариационные методы решения краевых задач	Метод Ритца решения вариационных задач. Понятие о методе Галёркина.	ОПК-2, ПК-2
7	Разностные схемы решения задач для ДУ в частных производных	Разностные аппроксимации дифференциальных краевых задач. Уравнение теплопроводности. Волновое уравнение. Задача Дирихле для уравнения Лапласа. Свойства разностных схем.	ОПК-2, ПК-2
8	Метод конечных элементов	Связь метод конечных разностей и метода конечных элементов. Решение одномерных и многомерных задач. Решение двухмерной задачи Дирихле на треугольной сетке.	ОПК-2, ПК-2
9	Решение уравнения переноса	Линейное уравнение переноса. Схемы бегущего счёта. Геометрическая интерпретация устойчивости. Квазилинейное уравнение переноса. Понятие сильных и слабых разрывов. Однородные схемы. Ложная сходимость. Консервативные схемы. Псевдовязкость.	ОПК-2, ПК-2
10	Решение краевых задач для ДУ эллиптического типа	Метод сеток решения краевых задач для ДУ эллиптического типа. Аппроксимация дифференциальных уравнений разностными. Аппроксимация граничных условий. Решение разностных уравнений. Оценка погрешности и сходимость метода сеток.	ОПК-2, ПК-2

11	Решение ДУ гиперболического типа	Метод сеток для решения задачи Коши. Оценка погрешности и сходимость метода сеток для неоднородного волнового уравнения.	ОПК-2, ПК-2
12	Метод сеток решения ДУ параболического типа	Метод сеток решения задачи для уравнения теплопроводности и смешанной краевой задачи для неоднородного параболического уравнения. Устойчивость разностных схем.	ОПК-2, ПК-2
13	Метод прогонки решения краевых задач для ДУ в частных производных	Метод прогонки для уравнения теплопроводности. Уравнение Пуассона.	ОПК-2, ПК-2
14	Решение уравнений Фредгольма	Решение интегральных уравнений Фредгольма методом конечных сумм.	ОПК-2, ПК-2
15	Решение уравнений Фредгольма второго рода	Решение интегральных уравнений Фредгольма второго рода методом замены ядра на вырожденное	ОПК-2, ПК-2
16	Решение интегральных уравнений первого и второго рода	Метод моментов (Галёркина) решения интегральных уравнений. Метод наименьших квадратов. Метод последовательных приближений.	ОПК-2, ПК-2
17	Решение уравнений Вольтерра	Решение уравнений Вольтерра второго рода методом конечных сумм. Сведение уравнений Вольтерра первого рода к уравнениям второго рода.	ОПК-2, ПК-2

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы		Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1								
1	1. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	2	Л. р. 1 Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методами Эйлера и Эйлера – Коши.	2	4			
2	2. Многошаговые методы решения задачи Коши	2	Л. р. 1 Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методами Эйлера и Эйлера – Коши.	2	4	ЗЛР	6	
3	3. Жёсткие задачи и методы их решения	2	Л. р. 2 Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методом Рунге - Кутты	2	4	ЗЛР	6	
4	4. Решение краевой задачи для ОДУ	2	Л. р. 3 Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методом Адамса	2	4	ЗЛР	6	
5	5. Сеточные методы решения краевых задач ОДУ	2	Л. р. 4 Решение краевой задачи для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка методом конечных разностей	2	6			
6	6. Вариационные методы решения краевых задач	2	Л. р. 4 Решение краевой задачи для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка методом конечных разностей	2	4	ЗЛР	6	
7	7. Разностные схемы решения задач для ДУ в частных производных	2	Л. р. 5 Решение краевой задачи для ОДУ методами коллокаций, наименьших квадратов, Галёркина	2	6			
8	8. Метод конечных элементов	2	Л. р. 5 Решение краевой задачи для ОДУ методами коллокаций, наименьших квадратов, Галёркина	2	4	ЗЛР ПКУ	6 30	
Модуль 2								
9	9. Решение уравнения переноса	2	Л. р. 6 Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона методом сеток	2	6			
10	10. Решение краевых задач для ДУ эллиптического типа	2	Л. р. 6 Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона методом сеток	2	4	ЗЛР	6	
11	11. Решение ДУ гиперболического типа	2	Л. р. 7 Решение задачи кручения стержня методом конечных элементов	2	4			
12	12. Метод сеток решения ДУ параболического типа	2	Л. р. 7 Решение задачи кручения стержня методом конечных элементов	2	4	ЗЛР	6	

13	13. Метод прогонки решения краевых задач для ДУ в частных производных	2	Л. р. 8 Метод сеток решения уравнения теплопроводности	2	6		
14	14. Решение уравнений Фредгольма	2	Л. р. 8 Метод сеток решения уравнения теплопроводности	2	4	ЗЛР	6
15	15. Решение уравнений Фредгольма второго рода	2	Л. р. 9 Решение уравнений Фредгольма	2	4		
16	16. Решение интегральных уравнений первого и второго рода	2	Л. р. 9 Решение уравнений Фредгольма	2	4	ЗЛР	6
17	17. Решение уравнений Вольтерра	2	Л. р. 10 Решение уравнений Вольтерра	2	4	ЗЛР ПКУ ПА (зачёт)	6 30 40
1-17	Выполнение курсового проекта				36		
	Итого	34		34	112		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3 Требования к курсовому проекту

Целями курсового проекта являются:

– углубление, закрепление и систематизация знаний и умений, полученных в ходе теоретических и лабораторных занятий

– получение и развитие навыков самостоятельного изучения материала по теме курсового проекта, аналитической, исследовательской и проектной деятельности.

Примерная тематика курсовых проектов хранится на кафедре.

Курсовой проект включает теоретическую и практическую части. Теоретическая часть содержит обзор по теме проектирования, исследование актуальных вопросов в данной области, постановку задачи. Практическая часть – реализация решения задачи, анализ результатов.

Примерный перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
1	Теоретическая часть	6	10
2	Выбор (создание) математической модели	9	15
3	Проектирование вычислительного алгоритма	6	10
4	Разработка программного продукта	9	15
5	Тестирование продукта и анализ результатов	6	10
	Итого за выполнение курсового проекта	36	60
	Защита курсового проекта	15	40

Итоговая оценка курсового проекта представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Мультимедиа	1-17		34
2	С использованием ЭВМ		1-10	34
	ИТОГО			68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к лабораторным работам	10
2	Вопросы к зачёту	1
3	Билеты к зачёту	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем			
ОПК-2.17 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач численные методы математической физики, анализировать результаты			
1	Пороговый уровень	Понимание основных принципов выбора математических моделей.	Умение выбрать математические методы и модели для решения алгебраических задач
2	Продвинутый уровень	Умение анализировать практическую задачу, выбрать и использовать подходящие математические методы и модели для её решения.	Применение математических моделей для решения практических задач, анализ результатов.
3	Высокий уровень	Навыки математического моделирования практических задач.	Выбор и создание математических моделей для решения алгебраических задач.
ПК-2 Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты			
ПК-2.17 Способен применять знание численных методов математической физики при выборе реализуемых и устойчивых алгоритмов и численные методы решения задач, оценивании их точности и эффективности, исследовании свойств алгоритмов, поиске решений			
1	Пороговый уровень	Понимает основы вычислительных методов алгебры.	Выполнение лабораторной работы с применением СКА.

		Знает основы работы в системах компьютерной алгебры (СКА).	Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе.
2	Продвинутый уровень	Умеет анализировать практическую задачу, выбирать и использовать подходящие численные методы алгебры и программные средства для её решения.	Выполнение лабораторной работы с применением встроенных функций и языка программирования СКА. Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам.
3	Высокий уровень	Навыки математического моделирования практических задач. Навыки построения алгоритмов решения задачи и использования программного обеспечения.	Выполнение лабораторной работы и анализ полученных результатов. Формирование отчёта по лабораторной работе встроенными средствами СКА.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем	
Умение выбрать математические методы и модели для решения алгебраических задач	Вопросы к лабораторным работам.
Применение математических моделей для решения практических задач, анализ результатов.	Вопросы к лабораторным работам.
Выбор и создание математических моделей для решения алгебраических задач.	Вопросы к лабораторным работам.
ПК-2 Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты	
Выполнение лабораторной работы с применением СКА. Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе.	Вопросы к лабораторным работам.
Выполнение лабораторной работы с применением встроенных функций и языка программирования СКА. Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам.	Вопросы к лабораторным работам.
Выполнение лабораторной работы и анализ полученных результатов. Формирование отчёта по лабораторной работе встроенными средствами СКА.	Вопросы к лабораторным работам.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы (ЗЛР) оцениваются до 6 баллов:

0-1 баллов – полное отсутствие навыков выполнения работы;

2-3 балла – грубые ошибки при выполнении работы;

4-5 баллов – уверенное выполнение работы при наличии незначительных ошибок;

6 баллов – уверенное выполнение работы с полным объяснением.

5.5 Критерии оценки курсового проекта

Итоговая оценка курсового проекта представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии с таблицей в подразделе 2.3.

Оценка **«отлично»** выставляется, если проект выполнен в соответствии с утверждённым планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, представлен готовый программный продукт, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме работы. Оформление проекта соответствует предъявляемым требованиям. При защите проекта студент свободно владеет материалом и отвечает на вопросы.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если проект выполнен в соответствии с утверждённым планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, представлен готовый программный продукт. Незначительные замечания к оформлению проекта. При защите проекта студент владеет материалом, но отвечает не на все вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если проект выполнен в соответствии с утверждённым планом, но не полностью раскрыто содержание каждого вопроса, программный продукт разработан, но удовлетворяет не всем требованиям или содержит ошибки. Студентом не сделаны собственные выводы по теме работы. Грубые недостатки в оформлении проекта. При защите проекта студент слабо владеет материалом, отвечает не на все вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если проект выполнен не в соответствии с утверждённым планом, не раскрыто содержание каждого вопроса, отсутствует программный продукт. Студентом не сделаны выводы по теме проекта. Грубые недостатки в оформлении проекта. При защите проекта студент не владеет материалом, не отвечает на вопросы.

5.5 Критерии оценки экзамена

Итоговая оценка на экзамене по пятибалльной системе определяется как сумма баллов промежуточного контроля успеваемости и текущей аттестации (экзамена) и соответствует суммарным баллам:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

При этом промежуточный контроль успеваемости оценивается до 60 баллов, а промежуточная аттестация – до 40 баллов.

Оценка **«отлично»** выставляется за: систематизированные, глубокие и полные знания в объёме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.

Оценка **«хорошо»** выставляется за: полные знания в объёме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за: обладание базовыми знаниями (владеет терминологией, знает определение понятий) в объёме рабочей программы, достаточными для усвоения последующих дисциплин, умение решать простейшие типовые задачи.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за: фрагментарные знания по базовым вопросам в объёме рабочей программы, недостаточными для усвоения последующих дисциплин, неуверенное использование терминологии, неумение решать типовые задачи.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- решение индивидуальных задач во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведён в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведённые в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР : учеб. пособие / В.Б. Маничев, В.В. Глазкова, И.А. Кузьмина. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 152 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/980116	–	ЭБС «Znanium»
2	Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / Гулин А.В., Мажорова О.С., Морозова В.А. –М. : АРГАМАК-МЕДИА, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 368с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1032671	–	ЭБС «Znanium»

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Плохотников, К.Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета Matlab : курс лекций / К.Э. Плохотников. – М. : СОЛОН-Пр., 2017. – 628 с. – (Библиотека студента). – ISBN 978-5-91359-211-8. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1015051	–	ЭБС «Znanium»
2	Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 176 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/774278	–	ЭБС «Znanium»
3	Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 512 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/652316	–	ЭБС «Znanium»

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. GNU Octave [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gnu.org/software/octave/>, свободный.

2. Документация MATLAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/>, свободный.

3. Трифонов, А. Г. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [Электронный ресурс] / А. Г. Трифонов. – Режим доступа: <https://hub.exponenta.ru/post/postanovka-zadachi-optimizatsii-i-chislennye-metody-ee-resheniya356>, свободный.
4. EqWorld. Мир математических уравнений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>, свободный.
5. Сайт кафедры информатики и компьютерного проектирования МХТУ им. Д.И. Менделеева: материалы лекционного курса «Вычислительная математика». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technosystems1.narod.ru/study/maths/lectures.html>, свободный.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. А.М. Бутома, Е.Г. Галуза, Д.В. Роголев. Численные методы математической физики. Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет». – [электронная версия].

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе Свободно распространяемое ПО: Python, GNU Octave, LibreOffice (темы № 1-10).

7.4.3 Информационные технологии

Мультимедийные презентации

Тема 1. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

Тема 2. Многошаговые методы решения задачи Коши

Тема 3. Жёсткие задачи и методы их решения

Тема 4. Решение краевой задачи для ОДУ

Тема 5. Сеточные методы решения краевых задач ОДУ

Тема 6. Вариационные методы решения краевых задач

Тема 7. Разностные схемы решения задач для ДУ в частных производных

Тема 8. Метод конечных элементов

Тема 9. Решение уравнения переноса

Тема 10. Решение краевых задач для ДУ эллиптического типа

Тема 11. Решение ДУ гиперболического типа

Тема 12. Метод сеток решения ДУ параболического типа

Тема 13. Метод прогонки решения краевых задач для ДУ в частных производных

Тема 14. Решение уравнений Фредгольма

Тема 15. Решение уравнений Фредгольма второго рода

Тема 16. Решение интегральных уравнений первого и второго рода

Тема 17. Решение уравнений Вольтерра

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории ауд. 405, рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-19.