

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор

А.А. Каракозов

« 31 » марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.04.01 «Современные методы математического моделирования»

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 01.04.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Прикладная математика
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная
(очная, заочная, очно-заочная)

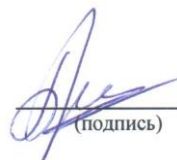
Форма обучения:	Очная
Семестр(ы)	1
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	57
лекции (час.)	17
лабораторные работы (час.)	34
практические (семинарские) занятия (час.)	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	33
курсовой проект (семестр/час.)	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Современные методы математического моделирования» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика» (направленность (профиль) - Прикладная математика) для 2023 года приёма по очной форме обучения.

Составитель:

доцент кафедры прикладной математики
и искусственного интеллекта,
кандидат технических наук, доцент,



(подпись)

Прокопенко Е.В.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта.

Протокол от «15» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой



(подпись)

Павлыш В.Н.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 01.04.04 Прикладная математика.

Протокол от «15» марта 2023 года № 3

Председатель



(подпись)

Павлыш В.Н.

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта.

Протокол от «__» _____ 20__ года № __

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта.

Протокол от «__» _____ 20__ года № __

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта.

Протокол от «__» _____ 20__ года № __

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Современные методы математического моделирования» рассматривает вопросы, связанные с изучением основных теоретических положений и методов высшей и вычислительной математики, которые позволяют привить навыки применения теоретических знаний для решения практических задач

Целью преподавания дисциплины является: изложение современных методов построения и анализа сложных математических моделей, а также алгоритмов для исследования математических моделей с использованием ЭВМ.

В соответствии с поставленной целью в процессе изучения дисциплины решаются следующие **задачи**: уяснить современное состояние методов моделирования сложных систем.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основы методологии научных исследований с использованием математических моделей в различных прикладных областях, приоритетные направления развития науки, технологий и техники, приемы оценки теоретической и практической значимости научного исследования, основные понятия, идеи и методики проведения математического моделирования, методы моделирования и решения теоретических и прикладных задач, принципы построения моделей, состав информации, используемой при моделировании, способы ее получения и обработки, основные модели и методы математических алгоритмов и программных комплексах, необходимые при моделировании поставленной задачи;

уметь: самостоятельно проводить исследования в соответствии с разработанной программой, разрабатывать и развивать математические методы моделирования объектов, процессов и систем в области профессиональной деятельности, делать обоснованные заключения по результатам исследований, уметь подбирать методы математического и численного моделирования для решения поставленной теоретической или прикладной задачи в различных предметных областях., квалифицированно использовать разработанный математический аппарат, при необходимости совершенствовать и дополнять используемый аппарат, применять технические средства работы с массивами данных, выбирать наиболее подходящие методы решения согласно поставленным задачам, в соответствии с выбранными методами решения провести моделирование модели в специализированных программных комплексах;

владеть: навыками работы с научной, учебной и справочной литературой, навыками использования методов математического моделирования для решения научно-исследовательских и практических задач, основными методами математического, алгоритмического и численного моделирования, методами анализа и синтеза научных проблем, использования компьютерной техники и вычислительных систем, основными методами формализации сложных алгоритмов и программных комплексов при моделировании и

проведении научного эксперимента, навыками систематизации и выбора необходимой информации согласно поставленной задаче.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

способность проводить научные исследования в прикладных областях (ПК-1);

способность применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач (ПК-4);

способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах (ПК-5).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 01.03.04 «Прикладная математика».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (семин.)	Лабор.	СР
Тема 1. Теория математического моделирования. Концепция и основы метода конечных разностей	11	2		4	5
Тема 2. Обзор основных методов численного моделирования.	13	2		6	5
Тема 3. Классификация физико-математических моделей	10	2		4	4
Тема 4. Модели Лагранжа	14	3		6	5
Тема 5. Модели электромагнитных явлений	11	3		4	4
Тема 6. Моделирование процессов многофазной гидродинамики (модели Эйлера)	13	2		6	5
Тема 7. Методы математического	12	3		4	5

моделирования. Численные методы решения задач в технической физике.					
Контактная работа (дополнительная)	6				
Курсовой проект	27				
Итого по видам занятий	84	17	0	34	33
Контроль	54				
ИТОГО:	144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-1	Тема 1-7
ПК-4	Тема 1-7
ПК-5	Тема 1-7

3.2 Лекции

Тема 1. Теория математического моделирования. Концепция и основы метода конечных разностей

Содержание темы 1:

Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию процессов и систем. Системный анализ в задачах математического моделирования.

Литература к теме 1: [1,2,3,4]

Тема 2. Обзор основных методов численного моделирования.

Содержание темы 2:

Основные принципы организации процесса математического моделирования в нефтегазовых и строительных технологиях. Постановка задач, формализация моделей, допущения и ограничения моделей, реализация моделей на компьютерах, проверка адекватности моделей, идентификация параметров модели.

Литература к теме 2: [1,2,3,4]

Тема 3. Классификация физико-математических моделей.

Содержание темы 3:

Основания для классификации моделей. Основные типы и классы моделей в нефтегазовой и строительной отрасли

Литература к теме 3: [1,2,3,4]

Тема 4. Модели Лагранжа.

Содержание темы 4:

Суть модели, принципы построения, правила использования модели для исследования.

Литература к теме 4: [1,2,3,4]

Тема 5. Модели электромагнитных явлений.

Содержание темы 5:

Составления результатов компьютерного моделирования с известными теоретическими и расчетными данными. Основы экспериментального обоснования и идентификации параметров в технической физике для электромагнитных явлений.

Литература к теме 5: [1,2,3,4]

Тема 6. Моделирование процессов многофазной гидродинамики (модели Эйлера).

Содержание темы 6:

Суть модели, принципы построения, правила использования модели для исследования.

Литература к теме 6: [1,2,3,4]

Тема 7. Методы математического моделирования. Численные методы решения задач в технической физике.

Содержание темы 7:

Суть модели, принципы построения, правила использования модели для исследования

Литература к теме 7: [1,2,3,4]

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литера- тура
1	Цели и задачи моделирования. Понятие “модель”. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Компьютерная модель	8	[1,5,6]
2	Понятие “математическая модель”. Различные подходы к классификации математических моделей. Уравнения математической модели.	8	[1,5,6]
3	Внешние и внутренние характеристики математической модели. Замкнутые математические модели	6	[1,5,6]
4	Модели движения материальной точки Аристотеля и Галилея. Модели Солнечной системы Птолемея, Коперника, Кеплера.	6	[1,5,6]
5	Простейшая демографическая модель. Модель многоотраслевой экономики Леонтьева. Простейшая модель боевого	6	[1,5,6]

	взаимодействия Ланчестера. Модель конкуренции. Модель хищник-жертва.		
ИТОГО:		34	

3.5 Самостоятельная работа студента [7]

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная
1	Изучение лекционного материала	3
2	Подготовка к лабораторным занятиям	3
3	Выполнение курсового проекта	27
ИТОГО:		33

3.6. Курсовая работа, индивидуальное задание

Курсовой проект по дисциплине учебным планом предусмотрена в 1 семестре [8]. Тема курсового проекта связана с самостоятельным изучением следующих тем данной дисциплины:

1. Безусловная оптимизация. Выпуклые функции. Определения выпуклой, строго выпуклой, вогнутой и строго вогнутой функций. Примеры. Операции в классе выпуклых функций: линейная комбинация выпуклых функций, функция максимума, суперпозиция выпуклых функций. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Условия экстремума.

2. Покоординатный метод (ПМ). Методы последовательных приближений. Общая схема ПМ. Графическая интерпретация ПМ. Циклический покоординатный спуск. Случайный покоординатный спуск. Покоординатный спуск с выбором "быстрой" переменной.

Выполнение курсового проекта потребует от студентов самостоятельного изучения тем в соответствии с [7].

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Цели и задачи моделирования. Понятие “модель”. Натурные и абстрактные модели.
2. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Компьютерные модели.
3. Понятие “математическая модель”. Различные подходы к классификации математических моделей.
4. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели.
5. Внешние и внутренние характеристики математической модели.
6. Замкнутые математические модели.
7. Модели движения материальной точки Аристотеля и Галилея.
8. Модели Солнечной системы Птолемея, Коперника, Кеплера.
9. Математические модели в социологии. Простейшая демографическая модель.
10. Математические модели в экономике. Модель многоотраслевой экономики Леонтьева.
11. Математические модели в биологии и др. Модель конкуренции. Модель хищник-жертва. Простейшая модель боевого взаимодействия Ланчестера.
12. Составление модели. Проверка замкнутости модели.
13. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения.
14. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели. Численный эксперимент. Верификация и эксплуатация модели.
15. Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели.
16. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования.
17. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.
18. Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Броуновская динамика. Генераторы случайных чисел. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения.
19. Метод статистических испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Хаотическое движение динамических систем.
20. Особенности моделирования сложных организационно-технических систем.
21. Математические и гуманитарные методы прогноза, их взаимодействие
22. Сходимость метода Эйлера.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: магистратура

Направление подготовки: 01.04.04 Прикладная математика

Магистерская программа: Прикладная математика

Семестр: 1

Учебная дисциплина: Современные методы математического моделирования

БИЛЕТ № 1

1. Понятие математической модели. Типовые схемы математического моделирования.
2. Используя закон Ньютона и принцип «от простого к сложному», построить иерархию математических моделей, описывающих движение подводного оползня по плоскому откосу. Считать, что оползень представляет собой твердое тело известной формы и движется под действием сил тяжести и Архимеда, сил сопротивления воды и трения о дно. Выписать и исследовать аналитические решения моделей. Придумать возможные обобщения рассмотренных моделей, приводящие ко все более полному описанию явления.

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта, протокол № __ от __.__.20__ г.

Зав. кафедрой

Павлыш В. Н.

Экзаменатор

Прокопенко Е.В.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Современные методы математического моделирования»
для обучающихся по направлению подготовки 01.04.04 Прикладная математика
(магистерская программа – Прикладная математика)

Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержится один теоретический вопрос (задание №1) и практическое задание (задание №2).

Максимальная оценка 20 баллов в случае теоретического задания ставится, если вопрос раскрыт полностью без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 5 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 15 баллов). При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Второй этап содержит практическое задание, которое обязательно выполняется на компьютере. Основная цель данного задания — проверить у обучающегося сформированность умений оперировать изученным материалом и применять его для решения практических задач.

Рекомендации по оцениванию выполненного практического задания

Описание	Количество баллов, которое получает студент
Предоставлена расчетная таблица, приведены промежуточные формулы вычисления, обучающийся может пояснить ход решения, может изменить некоторые условия по просьбе преподавателя.	40
Предоставлена не совсем правильная расчетная таблица, обучающийся может пояснить ход решения, может изменить некоторые условия по просьбе преподавателя.	39-20
Предоставлена неправильная расчетная таблица, обучающийся может пояснить ход решения, может изменить решение по просьбе преподавателя	19-1
Расчетная таблица отсутствует, обучающийся не знает, как выполнить задание.	0

Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта, протокол № ____ от _____.20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Павлыш В. Н.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения обучающимся учебного материала дисциплины «Современные методы математического моделирования» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента осуществляется по результатам лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска обучающегося к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы обучающегося на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	8	Задание выполнено правильно, приведенные результаты обоснованы, выполнен анализ полученного результата
	6	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	40	Из расчёта 5 лабораторных работ. Оценивается каждая лабораторная работа.
ИТОГО:	40	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 1 теоретический вопрос и 1 практическое задание. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки.

При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	20
	вопрос 2	40
ИТОГО:		60

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Понятие “математическая модель”». Различные подходы к классификации математических моделей. Уравнения математической модели.

1. Качественное описание модели.
2. Математическая модель.
3. Метод аналогий.
4. Иерархия моделей.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовой проект

При оценивании результатов курсового проекта руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Теоретическая часть	20
2	Расчетная часть	70
3	Проверочные расчеты	10
ИТОГО:		100

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- правильное и обоснованное (аргументированное) решение с использованием знаний вычислительной математики, грамотное применение методики расчёта – максимально возможное количество баллов;
- правильное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по приведенному расчёту и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- неверные результаты решение, неумение выполнить расчет для принятия решения, получения необходимых результатов – ноль баллов.

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсового проекта определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть снижена по результатам защиты обучающимся курсового проекта перед комиссией из числа преподавателей кафедры.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Дуев, С. И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD : учебное пособие / С. И. Дуев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-7882-2251-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79498.html>

2. Губарь, Ю. В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-0865-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101993.html>

II. Дополнительная литература

3. Юрчук, С. Ю. Методы математического моделирования : учебное пособие / С. Ю. Юрчук. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-906953-43-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78562.html>

4. Костюкова, Н. И. Основы математического моделирования : учебное пособие / Н. И. Костюкова. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа,

2021. — 219 с. — ISBN 978-5-4497-0878-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102028.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Прокопенко Е.В. Методические указания к лекционным занятиям по дисциплине «Современные методы математического моделирования» / Е.В. Прокопенко.— Донецк: ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. – 20с. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические рекомендации для проведения лабораторных занятий по дисциплине базовой части профессионального цикла "Современные методы математического моделирования" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 01.04.04 "Прикладная математика" дневной формы обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. прикл. математики ; [сост. Е. В. Прокопенко]. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m6309.pdf>

7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине "Современные методы математического моделирования" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 01.04.04 "Прикладная математика" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. прикл. математики ; [сост. Е. В. Прокопенко]. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m6503.pdf>

8. Методические рекомендации по организации курсовой работы по дисциплине "Современные методы математического моделирования" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 01.04.04 "Прикладная математика" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. прикл. математики ; [сост. Е. В. Прокопенко]. - 674 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021.- 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/21/m6528.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://library.donntu.ru>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные и лабораторные занятия, выполнение курсового проекта:

Учебная аудитория № 11.517 учебный корпус 11 для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, выполнения курсового проекта, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты. Мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Microsoft Windows XP Libreoffice 5.3.4.(2017).

7.2 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPLect-OrientedDynamicLearning Environment, лицензия GNUGPL.