



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭПиОО
А.В. Ярославцев

15.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровые двойники в обработке материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт элитных программ и открытого образования
Кафедра	Цифровые двойники в обработке материалов
Курс	1
Семестр	2

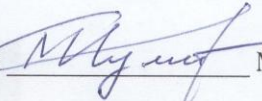
Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

26.01.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой

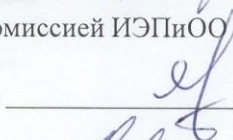


М.И. Румянцев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭПиОО

15.02.2022 г. протокол № 5

Председатель



А.В. Ярославцев

Рабочая программа составлена:

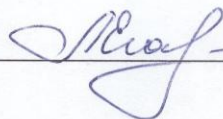
доцент кафедры ВТиП, канд. техн. наук



А.Н. Калитаев

Рецензент:

доцент кафедры ВТиП, канд. техн. наук



Л.Г. Егорова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.И. Румянцев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.И. Румянцев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Программирование при создании цифровых двойников» являются: формирование у обучающихся комплекса компетенций, направленных на владение навыками моделирования исследуемых процессов с использованием современных систем компьютерного и имитационного моделирования.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Программирование при создании цифровых двойников входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Цифровые двойники

Численные методы

Информационные технологии в обработке материалов

Методология и методы научного исследования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Математическое моделирование и оптимизация технологий металлургического производства

Прослеживаемость и моделирование материальных потоков в металлургическом производстве

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Цифровизация металлургического производства

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Программирование при создании цифровых двойников» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-1.2	Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению
УК-1.3	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-2.1	Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления
УК-2.2	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
УК-2.3	Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков

	реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы
УК-2.4	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта
УК-2.5	Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,2 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 15,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Программирование в MS Excel								
1.1 Построение статистических зависимостей	2	2		4/2И	2	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
1.2 Множественный корреляционный и регрессионный анализ.		2		4/2И	1	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5

1.3 Проверка применимости эмпирических моделей		2		4/2И	1	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
Итого по разделу		6		12/6И	4			
2. Программирование в Matlab / Octave								
2.1 Основные концепции моделирования процессов и систем в Matlab / Octave.	2	2		4/2И	2	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
2.2 Основы визуального моделирования динамических систем		2		4/2И	2	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
Итого по разделу		4		8/4И	4			
3. Программирование в AnyLogic								
3.1 Основные концепции имитационного моделирования, реализуемые AnyLogic	2	2		4/2И	2	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5

3.2 Этапы имитационного моделирования AnyLogic в		2		4/2И	2	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
Итого по разделу		4		8/4И	4			
4. Технология Data Mining и программирование на языке								
4.1 Основы языка R. Среда RStudio (RStudio Cloud)	2	2		4/0,4И	2	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
4.2 Этапы построения R-моделей		2		4	1,1	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Работа с электронными библиотеками. 3. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Лабораторные работы.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
Итого по разделу		4		8/0,4И	3,1			
Итого за семестр		18		36/14,4И	15,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18		36/14,4 И	15,1		экзамен	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии, ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно-значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Никишов, С. И. Программирование на VBA в Microsoft Excel : учебное пособие / С. И. Никишов. — Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2017. — 154 с. - ISBN 978-5-7749-1290-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1085546> (дата обращения: 19.05.2021).

2. Митина, О. А. Языки программирования для статистической обработки данных (R) : учебное пособие / О. А. Митина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163912> (дата обращения: 19.05.2021).

б) Дополнительная литература:

1. Бунцев, И. А. Создание и реализация имитационных моделей в программной среде AnyLogic : учебное пособие / И. А. Бунцев. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 154 с. — ISBN 978-5-9912-0487-3. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119831> (дата обращения: 19.05.2021).

2. Инструментальные средства математического моделирования: учебное пособие / Золотарев А.А., Бычков А.А., Золотарева Л.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 90 с. ISBN 978-5-9275-0887-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556187> (дата обращения: 19.05.2021).

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
AnyLogic University	Д-895-14 от 14.07.2014	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	http://zbmath.org/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Лекционная аудитория Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Компьютерный класс. Персональные компьютеры с виртуальной машиной для установки серверного ПО, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки. Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ.
5. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Классы УИТ и АСУ.
6. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Центр информационных технологий – ауд. 372.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Программирование при создании цифровых двойников» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение работ на практических занятиях. Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала при подготовке к сдаче экзамена по данной дисциплине.

Примерные индивидуальные задания (ИДЗ):

ИДЗ №1.. Решение оптимизационных задач в MATLAB.

1. Найти минимум функции $f(x) = x^4 + 3x^3 - 13x^2 - 6x + 26$
2. Найти минимум функции Розенброка $f(x,y) = N(y - x^2)^2 + (1 - x^2)^2$
3. Найти максимум и минимум функции $F = (x - 3)^2 - (y - 4)^2$ при ограничениях:
 $3x + 2y \geq 7$
 $10x - y \leq 8$
 $-18x + 4y \leq 12$
 $x \geq 0, y \geq 0$
4. План производства изделий трёх типов составляет 120 деталей (x_1 — количество изделий первого вида, x_2 — количество изделий второго вида, x_3 — количество изделий третьего вида). Изделия можно изготовить тремя способами. При первом технологическом способе производят изделия первого типа и затраты составляют $4x_1 + x_1^2$. Второй технологический способ предназначен для производства изделий второго типа и затраты составляют $8x_2 + x_2^2$. Третий способ позволяет производить изделия третьего типа и затраты в нём можно рассчитать по формуле x_3^2 . Определить, сколько изделий каждого типа надо изготовить, чтобы затраты были минимальными. Сформулируем эту задачу, как задачу оптимизации. Найти минимум функции $f(x_1, x_2) = 4x_1 + x_1^2 + 8x_2 + x_2^2 + x_3^2$ при следующих ограничениях $x_1 + x_2 + x_3 = 120$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$, $x_3 \geq 0$.

ИДЗ №2. Решение краевых задач в MATLAB.

Задание. Выполнить реализацию сеточных алгоритмов решения краевых задач (задача Дирихле для уравнения Пуассона в квадратной области).

Постановка задачи:

Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона:

$$\Delta u(x, y) = f(x, y), \dots (x, y) \in D,$$

$$u(x, y) = g(x, y), \dots (x, y) \in \partial D,$$

Здесь D — область в R^2 , ∂D — ее граница, $\Delta = \partial^2 / \partial x^2 + \partial^2 / \partial y^2$ — двумерный оператор Лапласа. Функции f и g даны, требуется найти функцию u . Подобная краевая задача возникает при моделировании установившегося течения жидкости, стационарных тепловых полей, процессов теплопередачи с внутренними источниками тепла и т. д.

Для простоты будем рассматривать в качестве области D единичный квадрат:

$$D = \{(x, y) \in R^2: 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}.$$

Функции f и g определим следующим образом:

$$(x, y) = 0, \quad (x, y) \in D,$$

$$(x, 0) = 1 - 2x,$$

$$(0, y) = 1 - 2y,$$

$$(x, 1) = -1 + 2x,$$

$$(1, y) = -1 + 2y.$$

График решения $u(x,y)$ в данном случае будет представлять собой гиперболический параболоид (седло).

ИДЗ №3. Решение задач нестационарной теплопроводности с помощью явных и неявных разностных схем в MATLAB.

Задание. Выполнить реализацию сеточных алгоритмов решения краевых задач.

Варианты заданий:

1. Апельсины в течение короткого времени могут выдерживать отрицательные температуры. Предположим, что апельсин диаметром 0,1 м ($\lambda=0,47$ Вт/(м·град), $c=3800$ Дж/(кг·град), $\rho=940$ кг/м³) имеет начальную температуру +5 °С. Температура воздуха внезапно падает до –5 °С. Построить математическую модель для определения момента времени, когда температура поверхности апельсина достигнет 0 °С. Коэффициент теплоотдачи от апельсина к воздуху равен 10 Вт/(м²·град). Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.
2. Начальная температура хлорвинилового шарика ($\lambda=0,15$ Вт/(м·град), $\alpha=8 \cdot 10^{-8}$ м²/с) диаметром 5 см равна 90 °С. Он погружается в бак с водой, имеющей температуру 20 °С. Коэффициент теплоотдачи от шарика в воде 20 Вт/(м²·град). Построить математическую модель процесса охлаждения шарика. Найти время пребывания шарика в воде, по истечении которого температура в его центре достигнет 40 °С. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.
3. Длинный алюминиевый ($\lambda=236$ Вт/(м·град), $\alpha=10^{-4}$ м²/с) цилиндр диаметром 0,6 м имеет начальную температуру 200 °С. Его внезапно помещают в среду с температурой 70 °С и коэффициентом теплоотдачи 85 Вт/(м²·град). Построить математическую модель процесса охлаждения цилиндра. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров сетки.
4. Лист оконного стекла имеет толщину 4 мм. Температура одной поверхности 0 °С, а другой – +20 °С. Найти распределение температуры по толщине стекла через заданное время, если температура за окном упала до –10 °С. Записать математическую постановку задачи. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различной плотности узлов вычислительной сетки.
5. Стенка большой печи толщиной 1,5 см изготовлена из чугуна ($\lambda=83,5$ Вт/(м·град), $\alpha=22 \cdot 10^{-6}$ м²/с). Температура горячего газа 1100 °С. Коэффициент конвективной теплоотдачи на внутренней поверхности стенки 250 Вт/(м²·град). Наружная поверхность печи окружена воздухом с температурой 30 °С и коэффициентом теплоотдачи 20 Вт/(м²·град). Записать постановку задачи теплопроводности для стенки и найти распределение температур в ней. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.
6. Определить конечное распределение температуры в обручальном кольце с радиусами $R=2,0$ см и $r=1,8$ см, если температура в помещении 20 °С, а температуру тела человека можно принять равной 36,6 °С. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки. $\alpha=126 \cdot 10^{-6}$ м²/с.
7. Бетонный цилиндр диаметром 10 см и длиной 2,5 м имеет начальную температуру 90 °С. Он охлаждается в воздухе при температуре 10 °С. Коэффициент теплоотдачи от бетона к воздуху 18 Вт/(м²·град). Найти распределение температур в цилиндре с течением времени. Определить время, за которое температура в центре цилиндра достигнет 30 °С. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.

8. Нужно нагреть кусок алюминиевой проволоки, пропуская по ней электрический ток. Диаметр проволоки 1 мм, длина 10 см, электрическое сопротивление 0,2 Ом. По ней пропускается постоянный ток силой 1 А в течение 60 с. Начальная температура проволоки 25 °С. Проволока находится в воздухе с температурой 25 °С и коэффициентом теплоотдачи 20 Вт/(м²·град). Найти распределение температуры в проволоке с течением времени. Записать математическую формулировку задачи. Пояснение: объемная интенсивность внутренних источников тепловыделения при пропускании электрического тока = сила тока·сила тока·омическое сопротивление/объем. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.
9. Электродетонатор имеет форму цилиндра диаметром 0,1 мм и длиной 5 мм. Он находится в воздухе с температурой 30 °С и коэффициентом теплоотдачи 10 Вт/(м²·град). Теплофизические свойства детонатора: $\lambda=20$ Вт/(м·град), $\alpha =5\cdot10^{-5}$ м²/с, электрическое сопротивление 0,2 Ом. Пренебрегая излучением и утечками тепла в креплениях на концах детонатора, определить время, по истечении которого детонатор взорвется, если по детонатору пропускать постоянный ток силой 3 А. Пояснение: объемная интенсивность внутренних источников тепловыделения при пропускании электрического тока = сила тока·сила тока·омическое сопротивление/объем. Температура плавления материала детонатора 900 °С. Записать математическую постановку задачи. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.
10. Начальная температура длинной стальной балки с сечением квадрата единичной длины равна 40 °С. Определить распределение температуры тела через 100 с, если на боковых границах задать следующие граничные условия: при $X=0:T=20$; при $X=1:T=10$; при $Y=0:T=10$; при $Y=1:T=10$. Записать математическую постановку задачи. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.

ИДЗ №4. Моделирование непрерывных случайных величин с заданным законом распределения в MATLAB.

1. Формирование выборки случайных чисел с равномерным распределением в заданном интервале.
2. Формирование выборки случайных чисел с экспоненциальным распределением.
3. Формирование нормально распределенных случайных чисел по методу Бокса-Маллера.
4. Формирование выборки случайных чисел, соответствующей нормальному распределению, с помощью центральной предельной теоремы.

ИДЗ №5. Дискретно – событийное моделирование в AnyLogic. Моделирование колебательного процесса.

ИДЗ №6. Агентное моделирование в AnyLogic. Построение динамической модели реализации продукции.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
УК-1.1: Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	УК-1.2: Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<i>Теоретические вопросы</i> 1. Построение статистических зависимостей в MS Excel. 2. Множественный корреляционный и регрессионный анализ в MS Excel. 3. Проверка применимости эмпирических моделей в MS Excel. 4. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Основы визуального моделирования динамических систем. 5. Основные концепции моделирования процессов и систем в Matlab / Octave. 6. Основы визуального моделирования динамических систем. 7. Система имитационного моделирования AnyLogic. Общие сведения о системе моделирования. Этапы имитационного моделирования в AnyLogic. 8. Система имитационного моделирования AnyLogic. Основные концепции, реализуемые AnyLogic. 9. Основы языка R. Среда RStudio (RStudio Cloud). 10. Этапы построения R-моделей. <i>Практические задания</i> 1. Построение статистических зависимостей в MS Excel. 2. Решение оптимизационных задач в MATLAB. 3. Моделирование непрерывных случайных величин с заданным законом распределения в MATLAB. 4. Дискретно – событийное моделирование в AnyLogic. 5. Построение R-моделей.
УК-1.2: Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению		
УК-1.3: Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения		
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-2.1: Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления		<i>Теоретические вопросы</i> 1. Построение статистических зависимостей в MS Excel. 2. Множественный корреляционный и регрессионный анализ в MS Excel. 3. Проверка применимости эмпирических моделей в MS Excel. 4. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Основы визуального моделирования динамических систем. 5. Основные концепции моделирования процессов и систем в Matlab / Octave. 6. Основы визуального моделирования динамических систем. 7. Система имитационного моделирования AnyLogic. Общие сведения о системе моделирования. Этапы имитационного моделирования в AnyLogic. 8. Система имитационного моделирования AnyLogic. Основные концепции, реализуемые AnyLogic. 9. Основы языка R. Среда RStudio (RStudio Cloud). 10. Этапы построения R-моделей. <i>Практические задания</i> 1. Построение статистических зависимостей в MS Excel. 2. Решение оптимизационных задач в MATLAB. 3. Моделирование непрерывных случайных величин с заданным законом распределения в MATLAB. 4. Дискретно – событийное моделирование в AnyLogic. 5. Построение R-моделей.
УК-2.2: Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения		
УК-2.3: Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы		
УК-2.4: Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта		
УК-2.5: Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта		

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Программирование при создании цифровых двойников» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.