

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 26.09.2023 11:44:17

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Элементы визуализации цифровых двойников производства

Закреплена за подразделением

Кафедра инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль

Цифровые двойники в промышленности

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

80

самостоятельная работа

37

часов на контроль

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	9	9	9	9
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	54	54	54	54
Итого ауд.	80	80	80	80
Контактная работа	80	80	80	80
Сам. работа	37	37	37	37
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Шапкарина Галина Григорьевна*

Рабочая программа

**Элементы визуализации цифровых двойников производства**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.03 Прикладная информатика, 09.04.03-МПИ-22-4.plx Цифровые двойники в промышленности, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.03 Прикладная информатика, Цифровые двойники в промышленности, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра инфокоммуникационных технологий**

Протокол от 24.06.2021 г., №8

Руководитель подразделения Калашников Евгений Александрович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	формирование у обучающихся знаний, умений и навыков использования средств
1.2	информационных технологий для визуализации технологической информации и применения данных знаний в их дальнейшей профессиональной деятельности

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.1.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Компьютерное проектирование и моделирование цифровых электронных схем	
2.1.2	Методы разработки высокопроизводительных программ	
2.1.3	Прикладной статистический анализ	
2.1.4	Цифровое представление физических производственных элементов	
2.1.5	Цифровые технологии трансформации бизнеса	
2.1.6	Моделирование и анализ бизнес-процессов	
2.1.7	Организация и технология научных исследований и педагогической деятельности	
2.1.8	Принципы функционирования цифрового двойника	
2.1.9	Системы хранения и обработки данных	
2.1.10	Современная теория управления. Основные принципы и математические методы	
2.1.11	Современные технологии защиты информации	
2.1.12	Управление человеческими ресурсами в проектной деятельности	
2.1.13	Интеллектуальный анализ данных	
2.1.14	Интеллектуальные компьютерные системы мониторинга технологических процессов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	
2.2.3	Промышленная и мобильная робототехника	
2.2.4	Цифровые двойники в металлургии	
2.2.5	Компьютерные модели металлургических процессов	
2.2.6	Цифровое проектирование и моделирование для создания цифрового двойника	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-1: Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению цифровых двойников производств</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 готовить научно-технические отчеты, презентации, научные публикации
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 навыком разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения систем визуализации

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	<b>Раздел 1. Визуализация данных. Классификация наборов инструментов визуализации</b>							
1.1	Области использования визуализации (статистика и отчетность, интерактивные сервисы, иллюстрации, чертежи и схемы и др.). Элементы визуализации и жизненный цикл продукта /Лек/	3	1	ПК-1-31	Э1			
1.2	Классификация наборов инструментов визуализации от простейших графиков до сложных отображений множества связей (графики, диаграммы сравнения, деревья и структурные диаграммы, диаграммы визуализации процесса, матрицы, диаграммы времени, карты, календари, диаграммы связей). /Пр/	3	6	УК-1-У1	Л2.4 Л2.5			
1.3	Компьютерная реализация основных способов визуализации /Пр/	3	6	УК-1-У1	Л3.2 Л3.3			
1.4	Визуализаторы общего назначения. OLAP-анализ /Пр/	3	4	УК-1-У1	Э4		КМ1	
1.5	Визуализация данных средствами MS Power BI /Лаб/	3	4	УК-1-У1 ОПК-5-В1	Э5			
1.6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	3	15	ОПК-5-В1	Э6			
1.7	Визуализация данных датчиков объекта для отображения рабочего состояния физической сущности. /Лек/	3	1	ПК-1-31				
	<b>Раздел 2. Графическая визуализация данных и процессов</b>							
2.1	Информационная графика /Лек/	3	1	ПК-1-31	Л1.1			
2.2	Оценка качества данных. Фильтрация данных. Обработка дубликатов и противоречий /Лек/	3	2	ПК-1-31	Э2			
2.3	Выявление аномальных значений. Восстановление пропущенных значений. Сокращение размерности /Лек/	3	1	ПК-1-31	Л2.1			
2.4	Трансформация данных. Группировка данных. Слияние данных. Квантование. Нормализация и кодирование /Пр/	3	8	УК-1-У1	Э3			

2.5	Визуализаторы для оценки качества моделей. Визуализаторы, применяемые для интерпретации результатов анализа /Пр/	3	8	УК-1-У1	Л3.4		КМ2	
2.6	Решение задач объединения данных из разных источников, вычисляемые поля и меры /Лаб/	3	6	УК-1-У1 ОПК-5-В1	Л3.5 Э5			
2.7	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	3	10	ОПК-5-В1	Э6			
<b>Раздел 3. Схемы технологических процессов автоматизированной обработки технологической информации.</b>								
3.1	Особенности и свойства технологической информации, ее классификация /Лек/	3	3	ПК-1-31	Э1			
3.2	Построение различных визуальных представлений по данным из учетных систем и CRM–систем /Лаб/	3	4	УК-1-У1 ОПК-5-В1	Л2.2 Л2.3			
3.3	Понятие структуры и свойств документа. Элементы документа /Пр/	3	4	УК-1-У1	Э3			
3.4	Спектр диаграмм и схем программы. Базовые функциональные возможности, набор функций и шаблонов как основа разработки собственных схем, диаграмм /Лаб/	3	3	УК-1-У1 ОПК-5-В1	Э4			
3.5	Основные этапы и методы технологических процессов обработки информации. /Пр/	3	6	УК-1-У1	Л2.3 Л3.2 Э5			
3.6	Модели прогнозирования. Исследование наборов данных и выбор метода прогнозирования. Ошибки прогноза /Пр/	3	12	УК-1-У1	Л3.1		КМ2	Р1
3.7	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	3	12	ОПК-5-В1	Э4 Э5 Э6			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа №1	УК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задачи на создание визуальной оболочки</li> <li>2. Выбор типовых объектов: шлюз, марсоход, посадка сетевого робота</li> <li>3. Разработка графических примитивов</li> <li>4. Оптимизация периода таймера, роль микросценариев в GIF</li> <li>5. Взаимозамены векторной и пиксельной графики.</li> <li>6. Псевдо-3D</li> <li>7. Создание виртуальной сферы</li> <li>8. Конструктор планет в 3D</li> <li>9. Нанесение позиции робот на карту</li> <li>10. Связь с имеющимися сетевыми стендами.</li> <li>11. Обзор методов и средств визуального представления информации технологии</li> <li>12. Этапы развития средств мультимедиа на примерах развития графических возможностей языков FORTRAN, ALGOL, PASCAL, C, C++, PHP, JAVASCRIPT и т.п.</li> <li>13. Пояснение естественности фазы отставания в развитии графических средств обработки информации в сравнении с текстовыми формами сложностью выработки удовлетворительных графических форматов.</li> <li>14. Вторичность графики и содержание новой волны роста технологий визуализации после старта сети Интернет</li> <li>15. Коренной уход прежних форм графики, принципов программирования в связи со стартом новых операционных систем</li> <li>16. Рост потребностей в средствах визуализации в связи с перерастанием локальной компьютерной цивилизации в глобальную сетевую</li> <li>17. Основные форматы хранения визуальных данных. Пиксельная и векторная графики</li> <li>18. Выработка и применение стандартов. Образование канвы в сетевых средах и вывод на нее графических примитивов</li> <li>19. Запуск звуковых файлов в сети. Роль таймерных задержек для загрузки сетевого контента.</li> <li>20. Циклическое воспроизводство кадров информации организацией и настройкой сетевых</li> </ol>
-----	-----------------------	---------	--

KM2	Контрольная работа №2	УК-1-У1;ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая классификация видов динамических моделей объектов, служащих объектами визуального отображения</li> <li>2. Связка динамики и визуального контента</li> <li>3. Организация динамического моделирования и отображения по факту расчета, и в цикле расчета</li> <li>4. Системный подход к созданию визуальных моделей.</li> </ol> <p>Изменяемость технологий визуального отображения во времени</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Изменение принципов программирования, отживание прежних форм программирования, неактуальность программного подхода прошлого в современных условиях</li> <li>6. Уход компьютерной цивилизации от прежних примитивных форм с разделением функций воспроизводства компьютеров между странами</li> <li>7. Роль интеллектуального программирования</li> <li>8. Недопустимость трат времени на решение утилитарных задач визуального отображения</li> <li>9. Рост влияния сетевых средств создания визуального контента</li> <li>10. Уход технологии создания книг, методичек, учебных пособий в сеть</li> <li>11. Блоги, Moodle, Sage, Java-Matlab и прочие сетевые оболочки</li> <li>12. Серверное обеспечение как средство создания визуальных моделей</li> <li>13. Работа в математических сетях, использование готовых библиотек моделирования динамики</li> <li>14. Связки моделируемых процессов с объектами графики на примере моделирования влияния поля гравитации на падающие предметы</li> <li>15. Основные понятия, определения и функции системы управления сетевыми роботами</li> <li>16. Принцип сенсорного зонтика, распространение сетевых технологий ZigBee как сенсорного окончания глобальной сети Интернет</li> <li>17. Перерастание сети Интернет как средства связи между людьми в средство связи между людьми и машинами</li> <li>18. Очувствление помещений, глобальная сенсорная революция как следствие роста комфортности жилья.</li> <li>19. Недостаточность текстовых форм, решающая роль современных форм визуализации для связи с клиентами</li> </ol>
-----	-----------------------	-----------------	---

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание	УК-1-У1;ОПК-5-В1	<p>Вариант домашнего задания</p> <p>Импортировать текстовый файл responses.txt. С помощью обработок «Дерево решений» и «Нейронная» сеть построить модели, позволяющие предсказать отклик клиента на рассылку.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравнить качество моделей.</li> <li>2. Какую модель для отбора респондентов из рассмотренных вы выберете, если известно, что бюджет рассылки составляет 95 000 руб.?</li> <li>3. Скольким клиентам пришлось бы отправить письма, если бы мы проводили</li> </ol>

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

По курсу предусмотрен экзамен. Экзамен проводится для обучающегося, сдавшего все семестровые контрольные мероприятия.

Каждый обучающийся должен ответить на экзаменационный билет, пример которого приведен в приложении. Билеты обновляются ежегодно и утверждаются на заседании кафедры. Сформированные билеты хранятся в методическом кабинете кафедры.

Оценочные материалы, используемые для экзамена представляют экзаменационный билет состоит из двух частей:

- первая часть – два вопроса для устного ответа,
- вторая часть – вопрос, на который необходимо дать развернутый ответ (в письменной форме).. Билеты обновляются ежегодно и утверждаются на заседании кафедры. Сформированные билеты хранятся в методическом кабинете кафедры.

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

Критерии оценки обучающегося при сдаче экзамена

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Григорьева И. В.	Компьютерная графика: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Прометей, 2012

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Гущин А. Н.	Методы управления проектами: инфографика: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014
Л2.2	Баврин И. И.	Математическая обработка информации: учебник	Электронная библиотека	Москва: Прометей, 2016
Л2.3		Обработка информации в системе остаточных классов (СОК): учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016
Л2.4	Коробова Л. А., Черняева С. Н., Сафонова Ю. А., Денисенко В. В.	Статистическая обработка данных в среде wxMaxima: практикум	Электронная библиотека	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019
Л2.5	Коробова Л. А., Пологно Е. А., Черняева С. Н., Чайковский А. С.	Статистическая обработка данных в среде MathCAD: лабораторный практикум: практикум	Электронная библиотека	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2011

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сафин Р. Г., Тимербаев Н. Ф., Иванов А. И.	Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Кашапов И. А., Кашапова Ф. Р.	Организация эксперимента: Разд.: Математическая статистика, статистическая обработка данных: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 010200, 220200, 071900, 120900	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
ЛЗ.3	Кашапов И. А., Кашапова Ф. Р.	Организация эксперимента: Разд.: Математическая статистика, статистическая обработка данных: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 010200, 220200, 071900, 120900	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1997
ЛЗ.4	Овчинников А. П.	Компьютерная графика: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МГГУ], 2009
ЛЗ.5	Дрозд А. Н.	Декоративная графика: практикум	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет культуры и искусств (КемГУКИ), 2018

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Компьюарт -	<a href="http://www.compuart.ru">www.compuart.ru</a>
Э2	научная электронная библиотека -	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
Э3	Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Лань».	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Э4	сайт о возможностях MS Excel (приемы, видео-уроки, книги)	<a href="http://www.planetaexcel.ru">http://www.planetaexcel.ru</a>
Э5	научная электронная библиотека -	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
Э6	Статсофт. База примеров	<a href="http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/">http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	Консультант Плюс
П.6	Python
П.7	MATCAD

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
И.9	Электронный ресурс

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Организация занятий направлена на изучение студентами общих вопросов изучаемого курса.

Предусматриваются домашние задания по различным разделам курса в форме подготовки мультимедийных докладов.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;
- использование при проведении занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к основополагающим и требует значительного объема самостоятельной работы.

Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину