

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 26.04.2023 11:44:16

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98bc3de2eb454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Принципы функционирования цифрового двойника

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

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	10	10	10	10
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Принципы функционирования цифрового двойника

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	ознакомление обучающихся с концептуальными основами системного подхода на разработку цифрового двойника; освоение современных технологий управления цифровым производством; приобретение практических навыков управления цифровым производством
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.1.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Алгоритмизация и программирование	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Прикладной статистический анализ	
2.2.4	Производственная практика	
2.2.5	Цифровые инновации в экономике	
2.2.6	Дополненная реальность	
2.2.7	Научно-исследовательская работа. Проектирование информационных систем	
2.2.8	Промышленный интернет вещей	
2.2.9	Диагностика и мониторинг производства	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Преддипломная практика	
2.2.12	Промышленная и мобильная робототехника	
2.2.13	Основные компоненты цифровой трансформации	
2.2.14	Элементы визуализации цифровых двойников производства	
2.2.15	Компьютерные модели металлургических процессов	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований, проводить патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг)	
Знать:	
ПК-2-31 методы обработки и анализа научно-технической информации и результаты исследований	
ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	
Знать:	
ОПК-5-31 основные методы моделирования программного обеспечения информационных и автоматизированных систем	
ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	
Знать:	
ОПК-3-31 методы анализа, структурирования, оформления профессиональной информации в области цифрового проектирования	
ПК-2: Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований, проводить патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг)	
Уметь:	
ПК-2-У1 обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований	
ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	
Уметь:	
ОПК-5-У1 применять методы разработки и модернизации цифровых двойников	
ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	
Уметь:	

ОПК-3-У1 анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ПК-2: Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований, проводить патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг)
Владеть:
ПК-2-В1 навыками анализа научно-технической информации в области цифрового проектирования
ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
Владеть:
ОПК-5-В1 навыком разработки аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем
ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
Владеть:
ОПК-3-В1 навыками в области анализа, структурирования и оформления информации в виде аналитических обзоров

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
	Раздел 1. Основные принципы цифровой трансформации промышленного объекта							
1.1	Концепция Индустрии 4.0. /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Л1.1 Э1			
1.2	Умное производство /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Э2			
1.3	Информационная архитектура современного предприятия /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Л2.1 Л2.2			
1.4	Технологии умного производства Индустрии 4.0 /Пр/	1	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2		КМ1	
1.5	Этапы перехода к умному производству /Пр/	1	4	ПК-2-У1	Л3.1 Л3.2			
1.6	Средства визуализации. Информационная архитектура цифрового двойника. Цифровые двойники и цифровые тени /Пр/	1	6	ПК-2-У1 ОПК-3-У1	Э3 Э4		КМ2	
1.7	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	30	ОПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Э5 Э6			
	Раздел 2. Основные принципы функционирования ЦД							
2.1	Концептуальная модель киберфизической системы. Основные технологии в киберфизических системах /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Л1.1			

2.2	Интеллектуальный мониторинг технологических процессов. Принципы реализации слоев цифрового двойника. Реализация процессов цифрового проектирования с применением решений отечественных и зарубежных компаний-разработчиков /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Л3.1 Л3.2			
2.3	Обобщенная модель компонентов КФС. Физический уровень. Сетевой уровень. Хранилище данных. /Пр/	1	4	ПК-2-У1 ОПК-3-У1	Э3			
2.4	Каналы воздействия на киберфизические системы. Математическое и программное обеспечение киберфизических систем /Пр/	1	4	ПК-2-У1 ОПК-3-У1	Л1.1 Э6 Э7			P1
2.5	Ключевые выводы и рекомендации по организации процессов цифрового проектирования /Пр/	1	2	ПК-2-У1 ОПК-3-У1			КМ3	P2
2.6	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	44	ОПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Э5			

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	ОПК-3-У1;ПК-2-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристика понятия «данные». 2. Характеристика понятия «информация». 3. Характеристика понятия «информационные технологии». 4. Характеристика понятия «информационные системы». 5. Значение цифровой трансформации промышленности для современного общества. 6. Психологические, социальные, экономические, правовые, кадровые, организационные и другие аспекты цифровой трансформации промышленности. 7. Цифровая трансформация современных предприятий. 8. Нормативные правовые акты, регулирующие развитие цифровой экономики. 9. Понятие цифровых технологий. 10. Назначение цифровых технологий. 11. Классификация цифровых технологий. 12. Роль цифровых технологий в развитии промышленности.

КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-5-31;ОПК-3-У1;ПК-2-У1;ОПК-5-В1;ОПК-5-У1;ОПК-3-В1;ОПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большие данные. 2. Искусственный интеллект и нейротехнологии. 3. Технологии распределенных реестров (блокчейн). 4. Квантовые технологии. 5. Новые производственные технологии. 6. Аддитивные технологии. 7. Суперкомпьютерные технологии. 8. Компьютерный инжиниринг. 9. Промышленный интернет. 10. Компоненты робототехники (промышленные роботы). 11. Технологии беспроводной связи. 12. Технологии виртуальной реальности. 13. Использование цифровых технологий для поиска, критического анализа и синтеза информации для решения поставленных профессиональных задач. 14. Применение цифровых технологий для системного анализа возможных вариантов решения прикладных задач. 15. Применение цифровых технологий для оценки последствий возможных вариантов решения прикладных задач. 16. Применение информационно-коммуникационных и цифровых технологий для решения типовых задач профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин.
КМ3	Контрольная работа №3	ОПК-5-31;ОПК-3-У1;ПК-2-У1;ОПК-5-В1;ОПК-5-У1;ОПК-3-В1;ПК-2-31;ПК-2-В1;ОПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы поддержки принятия решений (СППР). 2. Назначение СППР. 3. Классификация СППР. 4. Использование СППР для решения профессиональных задач. 5. Кластеризация данных, деревья решений, прогнозирование. 6. Виды информационных сервисов для цифровизации процессов промышленности. 7. Применение технологии цифровых двойников: характеристика, типы и преимущества. 8. Цифровые платформы и сервисы. 9. Фреймы. 10. Объектно-ориентированный подход. 11. Нейросети. 12. Цифровые изображения. 13. Анализ изображений. 14. Анализ текстов. 15. Детекторы и дескрипторы ключевых точек. 16. Метод опорных векторов. 17. Инфраструктура, платформа, сервис. 18. Сетевые протоколы. 19. Ограничения и возможности облачных технологий. 20. Системы управления контентом. 21. Особенности мобильных технологий. 22. Инструментарий разработки и прототипирования. 23. Инструментарий развертывания.
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	ПК-2-У1;ОПК-3-У1;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-2-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-В1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Киберфизические системы. 2. Геоинформационные системы и сервисы. 3. «Умная» техника в промышленности: характеристика и необходимость внедрения. 4. Информационные системы управления: понятие, назначение, принципы построения

P2	Реферат	ПК-2-У1;ОПК-3-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-В1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	1. «Умное» (интеллектуальное) управление. 2. Нейросетевые технологии для моделирования, прогнозирования и управления предприятием. 3. Цифровизация технологических процессов. 4. Цифровизация составления производственной программы. 5. Перспективные профессии, востребованные рынком в условиях цифровизации 6. Характеристика, основные показатели, методика расчета социальной эффективности внедрения цифровых технологий в промышленности.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
экзамен не предусмотрен			
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)			
По курсу предусмотрен зачет. Зачет проставляется на основе сданных в срок семестровых контрольных мероприятий и успешного посещения занятий			

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Бастриков М. В., Пономарев О. П.	Информационные технологии управления: учебное пособие	Электронная библиотека	Калининград: Институт "Калининградская высшая школа управления", 2005
Л1.2	Никишов С. И.	Цифровая трансформация логистики: монография	Электронная библиотека	Москва: Дело, 2019

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Горенский Б. М., Кирякова О. В., Ченцов С. В., Лапина Л. А.	Информационные технологии в управлении технологическими процессами цветной металлургии: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012
Л2.2	Иванов В. И., Баскакова Н. В.	Информатика. Информационные технологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015
Л2.3	Кузнецов Н. Г., Панасенкова Т. В., Губарь О. В., Чернышева Н. И., Кузнецов Н. Г., Вовченко Н. Г.	Цифровая трансформация экономики России: траектория развития: монография	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2019

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Валуев А. М.	Информационные технологии управления. Базы данных: учеб. пособ. для студ., обуч. по направ. 521000 "Менеджмент"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2002
Л3.2	Александровская Ю. П.	Информационные технологии статистического анализа данных: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
Э2		http://embedded.ifmo.ru
Э3	Цифровая экономика / сайт электронного журнала	http://digital-economy.ru/

Э4	Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации	http://ac.gov.ru/projects/otherprojects/014091.html
Э5	Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации	http://ac.gov.ru/projects/otherprojects/014091.html
Э6	Портал цифровой экономики	https://vk.com/dig.economy
Э7	Официальный сайт Росстата	www.gks.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams
П.4	Консультант Плюс
П.5	MATLAB
П.6	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 https://elibrary.ru/
И.3	Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.6	аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/
И.9	Электронный ресурс

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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 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
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

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, при численности студентов до 30 человек рекомендуется аудитория Л-810, при численности менее 14 человек – Л-813.

Пример экзаменационного билета приведен в приложении