

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.06.2026 16:32:05

Уникальный программный ключ:

ca953a0120d891083f939673078cf1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Аграрно-технологический институт

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ХОЛОДОВОЙ ЦЕПИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

27.04.02 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Цифровые двойники холодовой цепи» входит в программу магистратуры «Управление качеством в пищевых системах» по направлению 27.04.02 «Управление качеством» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 2 разделов и 6 тем и направлена на изучение методологии создания и применения виртуальных моделей (цифровых двойников) для мониторинга, анализа и оптимизации процессов транспортировки и хранения термолабильной (требующей строгого температурного режима) продукции.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков для проектирования, внедрения и эксплуатации виртуальных моделей, обеспечивающих сквозной контроль, анализ и оптимизацию процессов хранения и транспортировки продукции, требующей строгого соблюдения температурного режима.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Цифровые двойники холодовой цепи» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-7	Способен к использованию цифровых технологий в условиях цифровой экономики	УК-7.1 Применяет IoT-платформы, ERP/QMS-системы и цифровые двойники для мониторинга параметров качества в реальном времени; УК-7.2 Использует инструменты машинного обучения, Big Data и облачные вычисления для анализа данных пищевых производств;
ПК-1	Способен разрабатывать стратегии и политику в области управления качеством пищевых продуктов	ПК-1.1 Формулирует политику, миссию и стратегические цели в области качества на основе анализа потребностей стейкхолдеров и рыночных трендов;
ПК-5	Способен организовывать лабораторный контроль качества пищевых продуктов	ПК-5.1 Планирует методы испытаний, отбор проб и калибровку оборудования в соответствии с ГОСТ, ISO 17025 и требованиями аккредитации;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Цифровые двойники холодовой цепи» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Цифровые двойники холодовой цепи».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-7	Способен к использованию цифровых технологий в условиях цифровой экономики		Производственно-технологическая практика;
ПК-1	Способен разрабатывать стратегии и политику в области управления		Производственно-технологическая практика; Преддипломная практика;

<i>Шифр</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</i>	<i>Последующие дисциплины/модули, практики*</i>
	качеством пищевых продуктов		Управление качеством в пищевых системах; Управление качеством на основе TQM в агропромышленном комплексе;
ПК-5	Способен организовывать лабораторный контроль качества пищевых продуктов		Лабораторный контроль и методы анализа пищевых продуктов; Производственно-технологическая практика; Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровые двойники холодной цепи» составляет «4» зачетные единицы

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			1
<i>Контактная работа, ак.ч</i>	34		34
<i>Лекции (ЛК)</i>	17		17
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	0		0
<i>Практические/семинарские занятия (СЗ)</i>	17		17
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	92		92
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы*

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Концептуальные основы и архитектура цифровых двойников	1.1	Введение в концепцию цифровых двойников (Digital Twins) и холодовой цепи	Определение цифрового двойника как динамической виртуальной модели физического объекта. Ключевые компоненты: физический объект, цифровая модель, данные в реальном времени. Отличие от статических 3D-моделей и BIM-технологий. Обзор холодовой цепи (Cold Chain): определение, критическая важность для пищевой и фармацевтической отраслей. Основные этапы (производство, хранение, транспортировка, дистрибуция) и участники логистической цепи.	ЛК, СЗ
		1.2	Архитектура и источники данных для цифрового двойника	Архитектура системы: уровень физического оборудования (IoT-сенсоры, телематика), уровень интеграции данных (шлюзы, API), уровень цифровой платформы (база данных, ядро моделирования) и уровень пользовательских интерфейсов (дашборды, VR/AR). Источники данных: типы IoT-сенсоров (температура, влажность, вибрация, геолокация, открытие дверей). Технологии передачи данных (LPWAN, NB-IoT, 5G, спутниковая связь). Обеспечение целостности и безопасности данных.	ЛК, СЗ
		1.3	Моделирование процессов и предиктивная аналитика	Моделирование тепловых процессов: расчет теплотерьеры рефрижератора, моделирование изменения температуры внутри склада при отключении электропитания. Сценарное моделирование («Что, если?»): оценка влияния задержек в пути, изменения внешней температуры или поломки на маршруте на сохранность всей партии груза.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Практическая реализация и применение	2.1	Проектирование и внедрение цифрового двойника	Этапы проекта: от аудита существующей инфраструктуры и постановки бизнес-задач до пилотного запуска на одном объекте (например, один рефрижератор или складской комплекс) и масштабирования на всю сеть. Интеграция с системами управления: подключение цифрового двойника к системам управления транспортом (TMS) и складом (WMS) для автоматизации принятия решений (например, автоматический перерасчет маршрута при риске нарушения режима).	ЛК, СЗ
		2.2	Мониторинг, управление и оптимизация	Визуализация и мониторинг в реальном времени: создание интерактивных дашбордов для операторов и менеджеров. Использование VR/AR технологий для «погружения» в цифровой двойник склада или транспортного средства. Оптимизация холодовой цепи: применение цифрового двойника для расчета наиболее энергоэффективных режимов работы оборудования и построения оптимальных логистических маршрутов с учетом температурных рисков.	ЛК, СЗ
		2.3	Экономическая эффективность, стандарты и перспективы	Оценка экономической эффективности: расчет ROI проекта через снижение потерь продукции, уменьшение затрат на топливо и ремонт, а также снижение штрафов за нарушение температурного режима. Соответствие регуляторным требованиям: использование цифрового двойника как инструмента для автоматизации сбора доказательной базы и соответствия стандартам GDP (Good Distribution Practice), НАССР и требованиям системы «Меркурий».	ЛК, СЗ

* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специальное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины/практики (при необходимости)
Лекционная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект специализированной мебели: технические средства: проектор Full HD (Epson EB-2265U или аналог), экран 150×120 см, компьютер преподавателя (Intel Core i5-10400, RAM 16 ГБ, SSD 512 ГБ, ОС Windows 10/11), рабочие места для групповой работы (столы на 4–5 человек), мебель на 25–30 мест, маркерная доска 120×90 см (Novum или аналог), система кондиционирования, Wi-Fi (802.11ac), доступ к LMS РУДН, электронным библиотекам, базам данных.
Семинарская	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект специализированной мебели: технические средства: проектор Full HD (Epson EB-2265U или аналог), экран 200×150 см, интерактивная панель 86" (Promethean ActivPanel или аналог), компьютер преподавателя (Intel Core i5-10400, RAM 16 ГБ, SSD 512 ГБ, ОС Windows 10/11), акустическая система 2.0 (JBL Control 1 Pro или аналог), мебель (парты, стулья на 40 мест), система кондиционирования (Daikin или аналог), Wi-Fi (802.11ac), доступ к LMS РУДН, электронным библиотекам (eLibrary, КиберЛенинка), базам данных (Scopus, Web of Science).
Семинарская	Компьютерный класс для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект специализированной мебели: персональные компьютеры студенческие (20 рабочих мест, Intel Core i5-10400, RAM 16 ГБ, DDR4, SSD 512 ГБ (Kingston A400 или аналог), монитор 24" Full HD (LG 24MK600M или аналог), клавиатура, мышь, наушники), проектор Full HD (Epson EB-2265U или аналог), экран 150×120 см, компьютер преподавателя (Intel Core i7-10700, RAM 32 ГБ, SSD 1 ТБ, монитор 27"), принтер лазерный цветной А4 (HP Color LaserJet Pro M454dn или аналог), сканер А4 (Canon CanoScan LiDE 400 или аналог), система кондиционирования, Wi-Fi (802.11ac), доступ к LMS РУДН, электронным библиотекам, базам данных (Scopus, Web of Science, eLibrary, КиберЛенинка), интернет. Установлено программное обеспечение: Minitab (учебная лицензия), MS Project / ProjectLibre / OpenProject (открытый), Python (открытые библиотеки), Microsoft Office.
Семинарская	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект специализированной мебели: технические средства: проектор Full HD (Epson EB-2265U или аналог), экран 150×120 см, компьютер преподавателя (Intel Core i5-10400, RAM 16 ГБ, SSD 512 ГБ, ОС Windows 10/11), рабочие места для групповой работы (столы на 4–5 человек), мебель на 25–30 мест, маркерная доска 120×90 см (Novum или аналог), система кондиционирования, Wi-Fi (802.11ac), доступ к LMS РУДН, электронным библиотекам, базам данных.
Для самостоятельной работы	Компьютерный класс для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект специализированной мебели: технические средства (10 рабочих мест): Интерактивный комплекс - интерактивная доска Triumph Board с проектором Optoma. Виртуальный лабораторный практикум «Физикон». Программное обеспечение: продукты Microsoft (ОС, пакет офисных приложений, в т.ч. MS Office/Office 365, Teams).

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Цифровые двойники: монография / [Павел Алексеевич Созинов, Григорий Иванович Андреев, Александр Юрьевич Мушков и др.]; под редакцией д.т.н., профессора П. А. Созинова. - Москва: Радиотехника, 2022. - 311 с.: ил., табл. - (Научная серия "Принятие решений в управлении").
2. Юсупова, Нафиса Исламовна. Модели, методы и инструменты при создании цифровых двойников. - Москва: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. - ISBN 978-5-907523-25-8
3. ГОСТ Р ИСО 23247-1-2021. Цифровой двойник. Структура для производства. — М.: Стандартинформ, 2021.

Дополнительная литература:

1. Ларин, О. Н. Цифровизация цепочек поставок фармацевтической продукции / О. Н. Ларин, М. В. Матосов // Экономика, предпринимательство и право. — 2024. — Т. 14, № 3. — С.
2. Фомичева Т. Л. Что такое цифровые двойники? / Т. Л. Фомичева // Самоуправление. – 2021. – № 2(124). – С. 526-529.
3. ФАО. Кодекс практики для рыбы и рыбных продуктов. — Рим: ФАО, 2020

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров
 - Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>
 - ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
 - ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
 - ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
 - ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>
2. Базы данных и поисковые системы
 - Sage <https://journals.sagepub.com/>
 - Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
 - Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
 - Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Цифровые двойники холодной цепи».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим