

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.07.2026 09:46:41  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939675078ef18996ae10a

Приложение к рабочей программе  
дисциплины (практики)

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени  
Патриса Лумумбы» (РУДН)**

**Аграрно-технологический институт**

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА  
ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)**

**«Цифровые двойники холодовой цепи»**

(наименование дисциплины/практики)

**Оценочные материалы рекомендованы МССН для направления подготовки/  
специальности:**

**27.04.02 Управление качеством**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины/практики ведется в рамках реализации основной  
профессиональной образовательной программы (ОП ВО, профиль/  
специализация):**

**«Управление качеством в пищевых системах»**

(направленность и реквизиты открытия ОП ВО)

**Москва, 2027**

# **1. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.**

## **Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля успеваемости:**

1. Дайте определение понятию «цифровой двойник» в контексте управления холодовой цепью.
2. Что такое «холодовая цепь» и почему ее непрерывность является критически важной для пищевой и фармацевтической продукции?
3. Назовите три основных источника данных для создания и функционирования цифрового двойника холодовой цепи.
4. Какую роль играют IoT-датчики (температуры, влажности, геолокации) в модели цифрового двойника?
5. Объясните, как цифровой двойник обеспечивает сквозную прослеживаемость продукции «от поля до прилавка».
6. Что такое «предиктивная аналитика» и как она применяется в цифровом двойнике для предотвращения сбоев в холодовой цепи?
7. Опишите, как цифровой двойник может помочь в расследовании инцидентов (например, при обнаружении размороженной партии вакцины).
8. Как цифровой двойник интегрируется с ERP-системами (например, для управления запасами) и WMS (для управления складом)?
9. В чем заключается разница между цифровым двойником и простой системой мониторинга транспорта?
10. Какую экономическую выгоду (не менее двух пунктов) может принести внедрение цифрового двойника?
11. Объясните понятие «сценарное моделирование» на примере цифрового двойника (например, «что, если сломается рефрижератор?»).
12. Какие нормативные требования (GDP, HACCP) помогает соблюдать использование цифрового двойника?
13. Назовите основные этапы создания цифрового двойника холодовой цепи.
14. Как цифровой двойник помогает оптимизировать логистические маршруты с учетом температурных рисков?
15. Каковы основные барьеры (технические, организационные) при внедрении цифровых двойников в логистике?

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме аттестационного испытания по итогам изучения дисциплины (по окончании каждого учебного семестра). Виды аттестационного испытания – ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ / ЭКЗАМЕН (в соответствии с утвержденным учебным планом).

Аттестационное испытание проводится по билетам, содержащим три вопроса по курсу дисциплины, либо в форме письменного тестирования по решению преподавателя. По результатам аттестационного испытания обучающийся может получить от 1 до 20 баллов (таблица 1).

### **Вопросы для подготовки к аттестационному испытанию по дисциплине:**

1. Концепция цифрового двойника: определение, ключевые компоненты (физический объект, виртуальная модель, данные) и отличие от BIM-моделей.
2. Архитектура цифрового двойника холодильной цепи: уровни данных (IoT), интеграции (API), аналитики и пользовательских интерфейсов.
3. Роль Интернета вещей (IoT) как фундамента для создания цифрового двойника: типы датчиков, технологии передачи данных (LPWAN, 5G, спутниковая связь).
4. Интеграция данных: объединение телематики транспорта, данных со складских датчиков (WMS), данных о продукции из ERP в единую динамическую модель.
5. Цифровой двойник как инструмент прослеживаемости: обеспечение соответствия требованиям HACCP, GDP, системы «Меркурий».
6. Предиктивная аналитика на основе цифрового двойника: прогнозирование сбоев оборудования (компрессоров), расчет остаточного срока годности (Shelf Life) в реальном времени.
7. Сценарное моделирование («Что, если?»): оценка влияния задержек в пути, поломок или изменения внешней температуры на сохранность всей партии груза.
8. Визуализация и мониторинг: использование дашбордов, 3D-моделей и цифровых карт для контроля состояния холодильной цепи в реальном времени.
9. Оптимизация логистических процессов: построение наиболее энергоэффективных маршрутов, управление загрузкой транспорта с учетом температурных карт.
10. Управление рисками: идентификация, оценка и проактивное управление рисками нарушения температурного режима.
11. Экономическое обоснование (ROI) внедрения цифрового двойника: расчет снижения потерь от порчи продукции, затрат на логистику и штрафов.
12. Интеграция с национальными цифровыми платформами: роль цифровых двойников в обмене данными с государственными системами контроля.
13. Кибербезопасность: защита данных о перемещении и состоянии ценных грузов (фармацевтика) от несанкционированного доступа.
14. Валидация модели: методы проверки точности и надежности предсказаний

- цифрового двойника.
15. Применение в фармацевтике: обеспечение сохранности термочувствительных лекарственных препаратов на всех этапах дистрибуции.
  16. Применение в АПК: контроль условий транспортировки скоропортящихся продуктов (мясо, рыба, фрукты, овощи).
  17. Этапы реализации проекта: от аудита текущих процессов до пилотного запуска на одном маршруте и масштабирования.
  18. Выбор технологического стека: обзор платформ для создания цифровых двойников (вендорные решения vs. собственная разработка).
  19. Будущее развитие: интеграция с технологиями блокчейн для обеспечения неизменности данных и с генеративным ИИ для оптимизации процессов.
  20. Анализ кейсов: разбор успешных и неудачных примеров внедрения цифровых двойников в логистике холодной цепи.

### **Тесты для подготовки к аттестационному испытанию по дисциплине:**

**Тест 1 Вопрос:** Что является главной целью создания цифрового двойника холодной цепи? А) Отслеживание геолокации транспорта Б) Создание виртуальной модели для мониторинга, анализа и оптимизации процессов с целью предотвращения порчи продукции В) Автоматическая замена вышедшего из строя оборудования Г) Увольнение логистов **Ответ:** Б

**Вопрос:** Какой компонент НЕ является обязательным для функционирования цифрового двойника? А) Физический объект (например, рефрижератор) Б) Виртуальная модель этого объекта В) Поток данных в реальном времени от объекта к модели Г) Наличие собственного парка транспортных средств **Ответ:** Г

**Тест 3 Вопрос:** Какую основную задачу решает предиктивная аналитика в цифровом двойнике холодной цепи? А) Показывает текущее местоположение груза на карте. Б) Прогнозирует возможное нарушение температурного режима и позволяет принять меры до того, как продукт испортится. В) Рассчитывает точную стоимость доставки. Г) Автоматически формирует отчет для налоговой. **Ответ:** Б

**Тест 4 Вопрос:** Что такое «сквозная прослеживаемость» (*end-to-end traceability*) в контексте холодной цепи? А) Возможность отследить только финальную точку доставки. Б) Возможность отследить историю, применение или местонахождение продукции на всех этапах — от производства до конечного потребителя. В) Прослеживаемость только внутри одного склада. Г) Прослеживаемость только по документам, без использования датчиков. **Ответ:** Б

**Тест 5 Вопрос:** Какой тип данных НЕ является типичным источником для цифрового двойника холодной цепи? А) Температура и влажность внутри рефрижератора. Б) Геолокация и скорость движения транспорта. В) Данные о продажах из CRM-системы за прошлый год. Г) Данные об открытии дверей грузового отсека. **Ответ:** В

**Тест 6 Вопрос:** Как цифровой двойник помогает в расследовании инцидента, если партия продукции прибыла с нарушением температурного режима? А) Он не может помочь, так как показывает только текущие данные. Б) Позволяет «отмотать» виртуальную модель назад и проанализировать все условия, которые могли привести к нарушению. В) Он автоматически списывает стоимость партии. Г) Он отправляет уведомление только конечному потребителю. **Ответ:** Б

**Тест 7 Вопрос:** Что такое «сценарное моделирование» в цифровом двойнике? А) Создание 3D-модели грузовика для красоты. Б) Проведение виртуальных экспериментов (например, «что будет, если температура на складе поднимется на 5 градусов?») для оценки последствий без риска для реального груза. В) Написание сценария для рекламного ролика о логистической компании. Г) Планирование графика работы водителей. **Ответ:** Б

**Тест 8 Вопрос:** Какую роль играют *IoT*-датчики в создании цифрового двойника? А) Они являются основным источником данных, связывая физический мир с виртуальной моделью. Б) Они используются только для украшения приборной панели. В) Они не нужны, достаточно данных из *ERP*. Г) Они служат для передачи голосовых сообщений водителю. **Ответ:** А

**Тест 9 Вопрос:** Как цифровой двойник способствует соблюдению стандартов *GDP (Good Distribution Practice)*? А) Никак не способствует. Б) Автоматизирует сбор доказательной базы, обеспечивает непрерывный мониторинг и контроль условий транспортировки, что является требованием стандартов. В) Заменяет собой все стандарты. Г) Позволяет подделывать данные в отчетах. **Ответ:** Б

**Тест 10 Вопрос:** Что является ключевым отличием цифрового двойника от традиционной системы мониторинга транспорта (телематики)? А) Цифровой двойник дороже. Б) Цифровой двойник — это не просто сбор данных, а их анализ, моделирование и прогнозирование для принятия управленческих решений. В) Традиционная система работает быстрее. Г) Традиционная система может управлять автомобилем без водителя. **Ответ:** Б

**Тест 11 Вопрос:** Какую экономическую выгоду может принести внедрение цифрового двойника? А) Увеличение затрат на ИТ-специалистов. Б) Снижение потерь от порчи продукции, оптимизация затрат на топливо и электроэнергию, уменьшение штрафов за несоблюдение условий перевозки. В) Необходимость покупки более дорогих датчиков. Г) Никаких выгод, только технологический тренд. **Ответ:** Б

**Тест 12 Вопрос:** Что такое «виртуальный датчик» в контексте цифрового двойника? А) Датчик, который существует только в виртуальной реальности (*VR*). Б) Параметр, который рассчитывается математически на основе данных от других (физических) датчиков. Например, расчет «тепловой нагрузки» на основе температуры, влажности и скорости движения. В) Датчик, который забыли установить на производстве. Г) Ошибка в программном коде. **Ответ:** Б

**Тест 13 Вопрос:** Как цифровой двойник помогает оптимизировать логистические маршруты? А) Он всегда выбирает самый короткий маршрут по расстоянию. Б) Он может строить маршруты с учетом не только расстояния, но и прогнозируемого расхода энергии холодильной установки, пробок и других факторов, влияющих на сохранность груза. В) Он запрещает водителю отклоняться от маршрута на 1 метр. Г) Он выбирает маршрут наугад. **Ответ:** Б

**Тест 14 Вопрос:** Какой из этих этапов обычно является первым при внедрении цифрового двойника на предприятии? А) Покупка самого мощного сервера. Б) Аудит текущих бизнес-процессов и определение ключевых показателей эффективности (*KPI*), которые нужно улучшить. В) Увольнение всех логистов. Г) Разработка мобильного приложения для водителя. **Ответ:** Б

**Тест 15 Вопрос:** Какую роль играет интеграция с *ERP*-системой для цифрового двойника холодильной цепи? А) Она не нужна, цифровой двойник работает сам по себе. Б) Она позволяет двойнику получать данные о характеристиках груза (температурный режим, срок годности), что необходимо для точного моделирования и анализа рисков. В) Она используется только для начисления зарплаты водителям. Г) Она нужна для того, чтобы печатать красивые отчеты. **Ответ:** Б

## Темы рефератов по дисциплине:

1. Разработка архитектуры цифрового двойника для фармацевтической холодной цепи: от выбора IoT-датчиков до построения аналитической платформы для мониторинга GDP-комплаенса.
2. Применение предиктивной аналитики в цифровом двойнике для прогнозирования остаточного срока годности (Shelf Life) скоропортящейся пищевой продукции в реальном времени.
3. Сравнительный анализ ROI (окупаемости инвестиций) проекта по внедрению цифрового двойника в логистике скоропортящихся грузов: снижение потерь vs. затраты на технологии.
4. Роль цифровых двойников в обеспечении прослеживаемости и борьбе с фальсификацией продукции в агропромышленном комплексе.
5. Использование сценарного моделирования («Что, если?») в цифровом двойнике холодной цепи для управления рисками при возникновении нештатных ситуаций (поломка рефрижератора, задержка на таможне).
6. Интеграция данных телематики, складских систем (WMS) и производственных данных (MES) в единую модель цифрового двойника сквозной холодной цепи.
7. Кибербезопасность цифровых двойников холодной цепи: защита данных о перемещении и состоянии ценных грузов от киберугроз.
8. Оптимизация логистических маршрутов и энергопотребления рефрижераторного транспорта с помощью цифрового двойника.
9. Цифровой двойник как инструмент для проведения аудитов и подтверждения соответствия стандартам НАССР и системе «Меркурий».
10. Анализ кейса: опыт внедрения цифрового двойника холодной цепи в крупной ритейл-сети или фармацевтической компании (на примере реального проекта).
11. Проблемы стандартизации данных при создании цифровых двойников: отсутствие единых протоколов как барьер для внедрения.
12. Будущее холодной цепи: интеграция цифровых двойников с технологиями блокчейн для обеспечения неизменности данных и доверенной среды.
13. Разработка модели цифрового двойника для малого и среднего бизнеса: использование облачных платформ (SaaS) для снижения порога входа.

14. Применение цифровых двойников для управления «последней милей» в доставке продуктов питания до конечного потребителя с соблюдением температурного режима.
15. Оценка влияния внешних факторов (погода, дорожная ситуация) на стабильность холодовой цепи с помощью имитационного моделирования в цифровом двойнике.

Таблица 1. Шкала и критерии оценивания ответов обучающихся на аттестационном испытании

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Обучающийся дает ответ без наводящих вопросов преподавателя	0	1-3	4
Обучающийся практически не пользуется подготовленной рукописью ответа	0	1-3	4
Ответ показывает уверенное владение обучающего терминологическим и методологическим аппаратом дисциплины/модуля	0	1-3	4
Ответ имеет четкую логическую структуру	0	1-3	4
Ответ показывает понимание обучающимся связей между предметом вопроса и другими разделами дисциплины/модуля и/или другими дисциплинами/ модулями ОП	0	1-3	4
<b>ИТОГО, баллов за ответ</b>			<b>20</b>