

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.06.2026 16:32:03

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***

### ***MLOPS ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ***

(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 «MLOps для пищевых производств» 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 Агроинженерный департамент. Дисциплина состоит из 2 разделов и 6 тем и направлена на изучение методологии и инструментов для построения, внедрения и эксплуатации моделей машинного обучения (ML) в промышленных масштабах на предприятиях пищевой промышленности.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся практических навыков и компетенций, необходимых для построения, развёртывания и поддержки сквозных автоматизированных конвейеров (pipelines) машинного обучения для решения прикладных задач пищевой промышленности.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «MLOps для пищевых производств» 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)
ПК-10	Способен обеспечивать трассируемость и прослеживаемость продукции в глобальных пищевых цепях поставок с использованием блокчейн-технологий	ПК-10.1 Проектирует системы трассируемости «от поля до вилки» на основе распределённых реестров (блокчейн: Hyperledger, Ethereum);
ПК-7	Способен применять цифровые технологии для мониторинга и управления качеством	ПК-7.1 Проектирует и внедряет IoT-системы сбора данных о параметрах качества (температура, влажность, CO <sub>2</sub> ) в реальном времени; ПК-7.2 Применяет методы машинного обучения (классификация, регрессия, CNN/YOLO) для прогнозирования дефектов и автоматизации сортировки;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «MLOps для пищевых производств» 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 «MLOps для пищевых производств».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-10	Способен обеспечивать трассируемость и прослеживаемость продукции в глобальных пищевых цепях поставок с использованием блокчейн-технологий		Производственно-технологическая практика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа;
ПК-7	Способен применять цифровые технологии для мониторинга и управления качеством		Производственно-технологическая практика; Преддипломная практика; Информационные технологии

<i>Шифр</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</i>	<i>Последующие дисциплины/модули, практики*</i>
			и цифровизация в управлении качеством; Искусственный интеллект в контроле качества пищевых продуктов;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «MLOps для пищевых производств» составляет «3» зачетные единицы

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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>ВСЕГО, ак.ч.</b>		<b>Семестр(-ы)</b>
			<b>1</b>
<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>	56		56
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18
<b>Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 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	Концепция MLOps и инфраструктура для пищевой промышленности	1.1	Введение в MLOps: от эксперимента к промышленной эксплуатации	Определение MLOps (Machine Learning Operations). Сравнение жизненного цикла ML-проекта в Data Science и в MLOps. Ключевые вызовы: разрыв между разработкой и эксплуатацией, деградация моделей со временем. Архитектура MLOps-платформы. Основные компоненты: хранилище данных, среда для экспериментов, модуль обучения, реестр моделей, модуль развёртывания (deployment), система мониторинга и обратной связи. Специфика пищевой промышленности: требования к гигиене, безопасности (НАССР), прослеживаемости и работа с данными с IoT-сенсоров (температура, влажность) в реальном времени.	ЛК, СЗ
		1.2	Инфраструктура и инструменты для построения ML-конвейеров	Контейнеризация с помощью Docker как стандарт для упаковки моделей и их зависимостей. Обеспечение воспроизводимости результатов и переносимости между средами разработки и продуктивной средой. Оркестрация рабочих процессов: введение в Apache Airflow и Kubeflow Pipelines. Автоматизация сквозных конвейеров (pipelines) от извлечения данных до переобучения модели. Инфраструктура как код (IaC) и облачные/локальные решения (On-premise). Выбор между облачными платформами (AWS SageMaker, Azure ML) и локальным развёртыванием для обеспечения безопасности данных и соответствия нормативным требованиям пищевой отрасли.	ЛК, СЗ
		1.3	Непрерывная интеграция и доставка для машинного обучения (CI/CD/CT)	CI/CD для ML: автоматизация тестирования моделей (валидация данных, проверка на дрейф), модульное тестирование кода и интеграция изменений в основную ветку. Стратегии развёртывания: Canary Deployment, Blue-Green Deployment и Shadow Deployment для минимизации рисков при обновлении моделей, влияющих на производственные процессы. Управление конфигурациями и версионирование экспериментов с помощью инструментов, таких как MLflow или DVC, для отслеживания воспроизводимости экспериментов.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Практическая реализация и мониторинг ML-систем в производстве	2.1	Построение и управление жизненным циклом модели	Реестр моделей как единый источник правды: версионирование моделей, хранение метаданных (гиперпараметры, метрики) и управление переходом моделей по стадиям (разработка -> стейджинг -> продакшен). Практикум по созданию полного ML-конвейера: от загрузки данных о качестве сырья до обучения модели (например, на классификацию дефектов) и её развёртывания в виде REST API-сервиса. Автоматизация переобучения (AutoML и плановые переобучения): настройка триггеров для запуска конвейера переобучения при падении качества модели.	ЛК, СЗ
		2.2	Мониторинг, поддержка и обеспечение качества моделей	Мониторинг данных (Data Drift): отслеживание изменений в распределении входных данных (например, изменение характеристик нового урожая) с помощью статистических методов и систем оповещения. Мониторинг производительности модели (Model Performance Monitoring): отслеживание ключевых метрик (точность, полнота, F1-score) в реальном времени на продуктивных данных.	ЛК, СЗ
		2.3	Решение прикладных задач пищевой промышленности с помощью MLOps	Кейс «Компьютерное зрение для контроля качества»: построение системы для автоматического обнаружения дефектов на конвейерной ленте, включая обработку видеопотока и интеграцию с системой отбраковки. Кейс «Предиктивное обслуживание оборудования»: разработка модели для прогнозирования поломок (например, холодильной установки) на основе данных с датчиков вибрации и температуры. Кейс	ЛК, СЗ

<i>Номер раздела</i>	<i>Наименование раздела дисциплины</i>	<i>Наименование темы</i>		<i>Содержание темы</i>	<i>Вид учебной работы*</i>
				«Оптимизация рецептур и прогнозирование выхода продукции»: создание рекомендательной системы, которая на основе исторических данных предлагает оптимальные параметры производственного процесса для минимизации брака или максимизации выхода готового продукта.	

\* - 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. Баланов, А. Н. Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 172 с.
2. «Золкин, А. Л. Машинно-ориентированные языки программирования в сфере искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / А. Л. Золкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 168 с.

*Дополнительная литература:*

1. Архитектурные паттерны MLOps // DataFinder. — 2024.
2. Искусственный интеллект. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / А. И. Галиева, Г. И. Галиева, В. Г. Дмитриев, Ф. А. Баязитов. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 316 с.
3. Что такое MLOps? Самый подробный текст про работу с ML-моделями в проде // Хабр. — 2022.

*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](http://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/>
- Наукометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «MLOps для пищевых производств».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**