

1e90b132d9b04dce67595160b015dddf2cb1e6a9



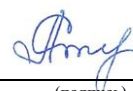
Кафедра прикладной информатики

“ 28 ” 08 2025 г.

1

Разработчик (и): Ступина А.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Ашмарина Т.И., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики протокол №1 от « 28 » августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института экономики и управления АПК

Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент

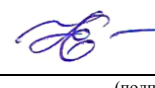
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

 Сидорова А.А.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	4
1 Цели освоения дисциплины	5
2 Место дисциплины в учебном процессе	5
3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4 Структура и содержание дисциплины.....	8
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	8
4.2 Содержание дисциплины Тематический план учебной дисциплины ..	8
4.3 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины	12
5 Образовательные технологии.....	13
6 Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	14
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	14
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	18
7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	19
7.1 Основная литература	19
7.2 Дополнительная литература	19
8 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	20
9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
10 Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины .	21
11 Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	22

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК»
для подготовки магистров по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика»
направленность ««Архитектура систем искусственного интеллекта»,
«ИТ-инновации и цифровые решения для бизнеса»

Цель освоения дисциплины: сформировать у обучающихся комплекс теоретических знаний и практических навыков, необходимых для эффективного планирования, развертывания, управления и поддержки систем искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленном комплексе (АПК) с учетом его отраслевой специфики, для достижения технологической и экономической эффективности.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» включена в часть дисциплин по выбору, формируемых участниками образовательных отношений.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3.

Краткое содержание дисциплины: дисциплины охватывает ключевые этапы жизненного цикла систем искусственного интеллекта применительно к агропромышленному комплексу. В рамках курса изучаются методы предпроектного анализа задач АПК, проектирования отказоустойчивой edge- и cloud-инфраструктуры для работы в полевых условиях, а также технологии промышленного развертывания (deployment) и интеграции моделей ИИ. Особое внимание уделяется эксплуатационным аспектам: мониторингу дрейфа данных, обеспечению безопасности, поддержке и постоянному дообучению моделей на новых агроданных. Курс завершается анализом экономической эффективности и разбором практических кейсов внедрения ИИ-решений в растениеводстве, животноводстве и логистике АПК.

Общая трудоемкость дисциплины: составляет 3 зачетных единиц / 108 часов.

Промежуточный контроль: проводится в форме зачета.

1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК»: сформировать у обучающихся комплекс теоретических знаний и практических навыков, необходимых для эффективного планирования, развертывания, управления и поддержки систем искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленном комплексе (АПК) с учетом его отраслевой специфики, для достижения технологической и экономической эффективности.

2 Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» является частью дисциплин по выбору, формируемых участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» являются: «Архитектурное моделирование в проектировании интеллектуальных систем в АПК», «Методы управления знаниями и принятием решений в АПК» и др.

Особенностью дисциплины является персональное обучение в специализированной аудитории под руководством преподавателя с использованием электронных образовательных технологий и индивидуальным подходом к каждому студенту.

Рабочая программа дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Таблица 1

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-9	Способность руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПКос-9.1 Знает основные концепции и принципы работы сквозных цифровых субтехнологий ИИ, таких как машинное зрение, естественный язык, робототехника и другие	основные концепции и принципы работы сквозных цифровых субтехнологий ИИ, таких как машинное зрение, естественный язык, робототехника и другие	-	-
			ПКос-9.2 Умеет интегрировать субтехнологии ИИ в прикладные области, адаптируя их для решения специфических задач бизнеса или науки	-	интегрировать субтехнологии ИИ в прикладные области, адаптируя их для решения специфических задач бизнеса или науки	-
			ПКос-9.3 Владеет методами управления междисциплинарными проектами, включая организацию командной работы, управление инновациями и трансфер технологий в области ИИ	-	-	методами управления междисциплинарными проектами, включая организацию командной работы, управление инновациями и трансфер технологий в области ИИ

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет пять зач. ед. (108 час.), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/ *	В т.ч. по семестрам
		4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/3	108/3
1. Контактная работа:	34,25/ 4	34,25/4
Аудиторная работа	34,25/ 4	34,25/4
<i>лекции (Л)</i>	8	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	26/4	26/4
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>	-	-
<i>консультации перед экзаменом</i>		
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	73,75	73,75
<i>курсовая работа (подготовка)</i>	-	-
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	64,75	64,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	

4.2 Содержание дисциплины Тематический план учебной дисциплины

Таблица 3

Наименование разделов дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Проектирование и развертывание ИИ-систем в условиях АПК»	49,125	4	13	0,125	32
Раздел 2 «Эксплуатация, мониторинг и экономика промышленных ИИ-решений в АПК»	49,875	4	13	0,125	32,75

Наименование разделов дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Подготовка к зачету	9				9
Всего за 4 семестр	108	8	26	0,25	64,75
Итого по дисциплине	108	8	26	0,25	64,75

Раздел 1 «Проектирование и развертывание ИИ-систем в условиях АПК»

Тема 1 «Анализ задач и проектирование архитектуры ИИ-решений для агропредприятий»

Цель темы: Сформировать у обучающихся системный подход к предпроектной подготовке: научить идентифицировать приоритетные задачи АПК, которые могут быть решены методами ИИ, и на основе этого проектировать оптимальную и экономически обоснованную архитектуру системы (edge, cloud, гибридную) с учетом специфики сельскохозяйственных объектов (удаленность, связь, энергопотребление).

Тема 2 «Технологии промышленного развертывания (deployment) и интеграции моделей ИИ в ИТ-ландшафт АПК»

Цель темы: Дать практические навыки перевода обученных моделей ИИ в промышленную эксплуатацию. Научить выбирать и применять инструменты контейнеризации (Docker), оркестрации (Kubernetes), а также осуществлять безопасную интеграцию ИИ-сервисов с существующими системами предприятия (ERP, SCADA, IoT-платформы, мобильные приложения для агрономов).

Раздел 2 «Эксплуатация, мониторинг и экономика промышленных ИИ-решений в АПК»

Тема 3 «Операционное управление и мониторинг жизненного цикла ИИ-моделей в производственной среде (MLOps для АПК)»

Цель темы: Сформировать у обучающихся компетенции по поддержанию работоспособности, точности и стабильности ИИ-систем после их внедрения. Научить организовывать процессы мониторинга дрейфа данных (data drift) и концептуального дрейфа (concept drift), настраивать pipeline для автоматического переобучения моделей на новых агроданных и обеспечивать их отказоустойчивость в условиях нестабильной связи и меняющейся внешней среды.

Тема 4 «Оценка экономической эффективности и управление стоимостью владения (ТСО) ИИ-проектов в агробизнесе»

Цель темы: Научить количественно оценивать результаты внедрения ИИ-решений и управлять их бюджетом. Рассчитать ключевые метрики, такие как

возврат на инвестиции (ROI), и проанализировать структуру совокупной стоимости владения (TCO), включая расходы на инфраструктуру, поддержку, дообучение и персонал. Сформировать навыки обоснования и планирования бюджета для масштабирования успешных пилотных проектов.

Лекции, практические занятия

Таблица 4

Содержание практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	Раздел 1 «Проектирование и развертывание ИИ-систем в условиях АПК»		ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		16
	Тема 1 «Анализ задач и проектирование архитектуры ИИ-решений для агропредприятий»	Лекция № 1 «Принципы проектирования отказоустойчивых ИИ-архитектур для точного земледелия и животноводства: Edge vs. Cloud подходы»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		2
		Практическая работа № 1 «Разработка архитектурного решения и технического задания для системы автоматического мониторинга фитосанитарного состояния сада»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3	Отчет, защита практической работы	6
	Тема 2 «Технологии промышленного развертывания (deployment) и интеграции моделей ИИ в ИТ-ландшафт АПК»	Лекция № 2 «Конвейер промышленного внедрения: от ML-модели к работающему микросервису в контуре управления предприятием»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		2

		Практическая работа № 2 «Создание и развертывание контейнеризированного веб- сервиса прогноза»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3	Отчет, защита практическ ой работы	6
2	Раздел 2 «Эксплуатация, мониторинг и экономика промышленных ИИ-решений в АПК»		ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		18
	Тема 3 «Операционное управление и мониторинг жизненного цикла ИИ-моделей в производственной среде (MLOps для АПК)»	Лекция № 3 «Инструменты мониторинга дрейфа данных и автоматизации переобучения моделей в условиях изменяющейся агросреды»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		2
		Практическая работа № 3 «Настройка дашборда для отслеживания метрик и выявления аномалий в работе системы прогнозирования»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3	Отчет, защита практическ ой работы	7
	Тема 4 «Оценка экономической эффективности и управление стоимостью владения (ТСО) ИИ-проектов в агробизнесе»	Лекция № 4 «Методика расчета ROI и управление бюджетом ИИ-проекта на всех этапах жизненного цикла»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		2
		Практическая работа № 4 «Расчет экономического эффекта и подготовка бизнес-кейса для масштабирования пилотного проекта по оптимизации»	ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3	Отчет, защита практическ ой работы	7

4.3 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Проектирование и развертывание ИИ-систем в условиях АПК» ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		
1	Тема 1 «Анализ задач и проектирование архитектуры ИИ-решений для агропредприятий»	Специфические требования к аппаратному обеспечению для edge-решений в АПК. Классификация типовых задач АПК по категориям ИИ. Методологии сбора требований и взаимодействия с предметными экспертами. Принципы проектирования отказоустойчивых систем для работы в условиях нестабильной связи (оффлайн-режим, синхронизация данных). Обзор существующих открытых и коммерческих платформ для точного земледелия (FarmBeats, AgroAPI) как основы для интеграции. ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3
2	Тема 2 «Технологии промышленного развертывания (deployment) и интеграции моделей ИИ в ИТ-ландшафт АПК»	Сравнительный анализ платформ для развертывания ML-моделей. Принципы и инструменты оркестрации контейнеров в распределенной среде. Архитектурные паттерны интеграции: API Gateway, Message Brokers (RabbitMQ, Kafka) для асинхронной обработки данных с полей. Форматы сериализации и оптимизации моделей для продакшена: ONNX, TensorRT, OpenVINO. Основы DevOps для ML-инженеров: написание Dockerfile, конфигурирование CI/CD пайплайнов (GitLab CI, GitHub Actions). ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3
Раздел 2 «Эксплуатация, мониторинг и экономика промышленных ИИ-решений в АПК» ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3		
2	Тема 3 «Операционное управление и мониторинг жизненного цикла ИИ-моделей в производственной среде (MLOps для АПК)»	Инструменты для мониторинга ML-систем в реальном времени: Evidently AI, WhyLogs, Prometheus + Grafana. Стратегии управления переобучением моделей: канальный (canary) релиз, A/B-тестирование, blue-green deployment. Версионирование данных и моделей: принципы работы с DVC (Data Version Control) и MLflow Model Registry. Автоматизация пайплайнов переобучения

		(retraining pipelines) по расписанию или событию (триггеру). Практики логирования (журналирования) и отладки (debugging) провалившихся предсказаний в производственной среде. ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3
3	Тема 4 «Оценка экономической эффективности и управление стоимостью владения (ТСО) ИИ-проектов в агробизнесе»	Методика расчета возврата на инвестиции (ROI) для ИТ-проектов: простой и дисконтированный срок окупаемости (PP, DPP). Детальная структура ТСО для облачных и локальных ML-решений: стоимость вычислений, хранения, лицензий и инженерного времени. Кейсы неудачных внедрений ИИ в АПК: разбор основных причин провала (технологические, управленческие, экономические). Финансовое моделирование и подготовка бизнес-кейса (business case) для презентации руководству или инвестору. Методы оценки нематериальных выгод и управленческих рисков, связанных с внедрением ИИ. ПКос-9.1; ПКос-9.2; ПКос-9.3

5 Образовательные технологии

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе интерактивных образовательных технологий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В процессе освоения дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» используются следующие интерактивные технологии обучения: Case-study (анализ конкретных практических ситуаций); компьютерные симуляции.

Метод Case-study – это метод коммуникативно-диалоговой технологии, цель которого – совместными усилиями группы обучающихся проанализировать поставленную проблему структурирования и классификации экономической информации. Кейсы базируются на теоретических вопросах информационных технологий в менеджменте.

Симуляция – это помещение людей в «фиктивные, имитирующие реальные» ситуации для обучения, это обучение действием или в действии.

Компьютерная симуляция как интерактивная форма обучения обладает огромными возможностями:

- создаёт образ реальных атрибутов деятельности;
- выступает как виртуальный аналог реального взаимодействия;
- создаёт условия реального исполнения профессиональных ролей.

В учебных пособиях, рекомендуемых для дисциплины, по каждой теме

приводятся практические задания с учетом отраслевой направленности, а также излагается последовательность их выполнения на компьютере.

Таблица 6

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Лекция № 1 «Принципы проектирования отказоустойчивых ИИ-архитектур для точного земледелия и животноводства: Edge vs. Cloud подходы»	Л Интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов
2	Практическая работа № 1 «Разработка архитектурного решения и технического задания для системы автоматического мониторинга фитосанитарного состояния сада»	ПЗ Case-study
3	Лекция № 2 «Конвейер промышленного внедрения: от ML-модели к работающему микросервису в контуре управления предприятием»	Л Интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов
4	Практическая работа № 2 «Создание и развертывание контейнеризированного веб-сервиса прогноза»	ПЗ Case-study
5	Лекция № 3 «Инструменты мониторинга дрейфа данных и автоматизации переобучения моделей в условиях изменяющейся агросреды»	Л Интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов
6	Практическая работа № 3 «Настройка дашборда для отслеживания метрик и выявления аномалий в работе системы прогнозирования»	ПЗ Компьютерные симуляции
7	Лекция № 4 «Методика расчета ROI и управление бюджетом ИИ-проекта на всех этапах жизненного цикла»	Л Интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов
8	Практическая работа № 4 «Расчет экономического эффекта и подготовка бизнес-кейса для масштабирования пилотного проекта по оптимизации»	ПЗ Компьютерные симуляции

6 Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Изучение всех разделов дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» сопровождается выполнением аудиторных практических заданий с последующей их защитой.

Практическая работа № 1 «Разработка архитектурного решения и технического задания для системы автоматического мониторинга фитосанитарного состояния сада».

На основе анализа предметной области (задачи агронома, особенности садоводства) они должны разработать комплексное архитектурное решение. Результатом является структурная схема системы, включающая выбор мест размещения датчиков и камер (IoT), тип вычислений (edge/cloud), способы передачи данных и описание программных модулей, а также документ «Техническое задание», содержащий цели, требования, критерии успеха и план внедрения.

Кейс-задача № 1

«Проект «Умный Сад» для агрохолдинга «Яблочный край».

Холдинг сталкивается с проблемой: ежегодные потери урожая яблок от парши и плодовой гнили достигают 15-20%. Существующий визуальный контроль силами агрономов неэффективен и не охватывает всю площадь (150 га). Вам поручено спроектировать систему автоматического мониторинга. Исходные данные: сад разбит на кварталы, есть периодические проблемы с мобильной связью на удаленных участках, имеется центральный офис с серверной. Задача: Предложите архитектуру (где и какие устройства ставятся, как обрабатываются данные) и составьте разделы ТЗ: цели (снизить потери до 5%), функциональные требования (обнаружение болезней/вредителей с точностью >90%, картография очагов), нефункциональные требования (работа в офлайн-режиме, автономность устройств >7 дней).

Практическая работа № 2 «Создание и развертывание контейнеризированного веб-сервиса прогноза».

Используя предоставленную обученную модель машинного обучения (например, для прогноза выхода продукции или сроков созревания), они должны инкапсулировать её в Docker-контейнер, создать простой веб-сервис (на базе Flask/FastAPI), который принимает входные данные через API и возвращает прогноз, и развернуть этот сервис локально или в облачной среде. Работа направлена на отработку навыков перевода модели из «лабораторной» среды в рабочее состояние.

Кейс-задание № 2

«Сервис «Мясной калькулятор» для перерабатывающего цеха.

Цех нуждается в точном прогнозе выхода готовой продукции (копченостей) из сырья для планирования загрузки мощностей и логистики. Вам предоставлена pickle-файл с моделью регрессии, которая на основе параметров сырья (живой вес, категория упитанности, порода) предсказывает итоговый вес. Задача: 1) Напишите скрипт веб-сервиса на FastAPI с единственным endpoint /predict. 2) Создайте Dockerfile, описывающий среду для запуска модели (указав зависимости). 3) Постройте образ и запустите контейнер локально. 4)

Протестируйте работу сервиса, отправив POST-запрос с тестовыми JSON-данными. Результат – рабочий контейнер, отвечающий на запросы прогнозами.

Практическая работа № 3 «Настройка дашборда для отслеживания метрик и выявления аномалий в работе системы прогнозирования».

Цель – настроить систему мониторинга его жизненно важных показателей. Используя инструменты вроде Grafana (для визуализации) и прометеус-like источника данных, студенты создают дашборд, отображающий ключевые метрики: загрузка системы (RPS), задержки (latency), бизнес-метрики (средний прогнозируемый надой) и аномалии в распределении входных данных, сигнализирующие о возможном дрейфе.

Кейс-задание № 3

«Мониторинг системы «Молочный прогноз» на ферме.

Система, предсказывающая суточный надой коров, работает неделю в реальных условиях. Вам предоставлен доступ к логам и метрикам её работы. Задача: Используя Grafana, создайте единый дашборд для команды зоотехников и инженеров. Дашборд должен включать: а) Технические метрики: количество запросов в час, 95-й перцентиль времени ответа. б) Бизнес-метрики: график среднего прогнозируемого удоя за сутки. в) Метрики данных: гистограмма распределения одного из ключевых входных признаков (например, возраста коровы) за последние 24 часа vs. исходное распределение (референсное). Сформулируйте правило: при каком отклонении в данных должно срабатывать предупреждение (alert) о возможной проблеме?

Практическая работа № 4 «Расчет экономического эффекта и подготовка бизнес-кейса для масштабирования пилотного проекта по оптимизации».

На основе данных о результатах успешного пилотного внедрения ИИ-решения (например, на одном поле или в одной теплице) они должны рассчитать его экономическую эффективность, спрогнозировать эффект от масштабирования на всю площадь предприятия и оформить эти расчёты в виде краткого, убедительного бизнес-кейса для принятия решения руководством. Работа включает построение финансовой модели, расчет ROI, анализ рисков и формулировку предложений.

Кейс-задание № 4

«Масштабирование проекта «Умный полив» в агрохолдинге «Зелёная долина».

Пилот по оптимизации полива на 10 га томатов в теплице завершен. Результаты: экономия воды – 20%, прирост урожайности – 5%, сокращение трудозатрат – 1 чел./га. Исходные данные для расчета: стоимость пилота (оборудование, ПО, внедрение) – 500 тыс. руб., площадь всех теплиц холдинга – 200 га, цена воды – X руб./куб.м, средняя стоимость урожая томатов – Y руб./кг, зарплата сотрудника – Z руб./мес. Задача: 1) Рассчитайте годовой экономический эффект от пилота на 10 га. 2) Спрогнозируйте общий эффект и требуемые инвестиции для масштабирования на все 200 га. 3) Рассчитайте срок окупаемости проекта масштабирования. 4) Подготовьте структурированное предложение (1-2 слайда) для совета директоров с ключевыми цифрами, выгодами и планом

внедрения.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):

1. Назовите и охарактеризуйте три ключевые категории задач в АПК, для решения которых эффективно применяются технологии искусственного интеллекта. Приведите конкретные примеры.
2. В чем заключаются основные технологические и экономические ограничения сельской инфраструктуры, критичные при проектировании ИИ-систем?
3. Объясните разницу между облачной (cloud), периферийной (edge) и гибридной архитектурой развертывания ИИ. Для каких задач в растениеводстве или животноводстве предпочтителен edge-подход и почему?
4. Какие основные этапы включает в себя процесс предпроектного анализа при подготовке к внедрению ИИ-решения в агропредприятии?
5. Что такое «киберфизическая система» применительно к АПК? Опишите ее основные компоненты на примере «умной теплицы».
6. Какие критерии выбора аппаратного обеспечения (сенсоров, вычислительных модулей) существуют для систем компьютерного зрения, развертываемых непосредственно в поле?
7. Как обеспечить возможность масштабирования и последующего развития ИИ-системы на этапе ее архитектурного проектирования?
8. Дайте определение и объясните преимущества контейнеризации программного обеспечения. Почему Docker является стандартом для упаковки и развертывания ML-моделей?
9. Опишите типичный CI/CD пайплайн для автоматизированного тестирования и обновления модели машинного обучения в производственной среде.
10. Какие основные шаблоны (паттерны) интеграции микросервисных ИИ-компонентов с унаследованными системами предприятия (ERP, MES, SCADA) вы знаете?
11. Для чего используется формат ONNX и подобные ему инструменты (TensorRT, OpenVINO) в контексте промышленного деплоя ML-моделей?
12. Какую роль играет оркестратор контейнеров (Kubernetes) в управлении жизненным циклом ИИ-сервисов в распределенной среде АПК?
13. Что такое REST API и почему он является распространенным интерфейсом для взаимодействия с развернутой ML-моделью? Каковы его основные принципы?
14. Какие специфические риски информационной безопасности возникают при развертывании ИИ-систем в АПК и какие меры защиты можно применить?
15. Дайте определения понятиям «дрейф данных» (data drift) и «дрейф концепции» (concept drift). Приведите практические примеры каждого в контексте сельского хозяйства.
16. Какие ключевые метрики, помимо точности (accuracy) модели, необходимо обязательно отслеживать в продакшене для оценки ее

работоспособности и эффективности?

17. Объясните, для чего в практике MLOps используются такие инструменты, как MLflow Model Registry и DVC (Data Version Control).

18. Опишите сценарий автоматического реагирования на обнаруженный дрейф данных: какие системы задействуются и какие действия должны быть автоматизированы?

19. Что такое A/B-тестирование и канальный (canary) релиз моделей? Как эти практики помогают снизить риски при обновлении ИИ-сервисов?

20. Какие особенности логирования (журналирования) работы ИИ-системы необходимы для последующей отладки и анализа причин ошибочных предсказаний?

21. Как организовать процесс регулярного переобучения (ретренинга) модели в условиях непрерывного поступления новых данных с полей или ферм?

22. Из каких основных компонентов складывается совокупная стоимость владения (ТСО) для ИИ-проекта? Разделите их на капитальные (CAPEX) и операционные (ОРЕX) расходы.

23. Дайте определение показателю ROI (возврат на инвестиции). Какие данные необходимы для его расчета применительно к проекту внедрения системы точного земледелия?

24. Какие нематериальные (качественные) выгоды может принести внедрение ИИ в АПК (например, в области экологии или управления рисками) и как их можно обосновать?

25. Как методология управления продуктом и цикл «создать-оценить-научиться» (build-measure-learn) применяется для снижения финансовых рисков на ранних этапах ИИ-проекта?

26. Назовите три основных типа рисков (технических, экономических, операционных), которые должны быть отражены в бизнес-плане ИИ-проекта для АПК.

27. Как меняется структура ТСО при масштабировании пилотного ИИ-решения с одного поля на весь агрохолдинг?

28. Что такое бизнес-кейс (business case) и какие ключевые разделы он должен содержать для обоснования инвестиций в ИИ?

29. Объясните разницу между простым и дисконтированным сроком окупаемости проекта. Какой показатель более точен и почему?

30. Каким образом регулярный мониторинг эффективности развернутой ИИ-системы связан с управлением ее экономической рентабельностью в долгосрочной перспективе?

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 7

Критерии оценивания промежуточного контроля

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	получает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на высоком или среднем уровне.
Не зачтено	получает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Методические рекомендации по использованию IoT устройств агроэкологического мониторинга: методические рекомендации / сост.: И. И. Васенев, А. М. Ярославцев, Н. А. Александров, И. А. Серёгин, Р. Валентини; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА, 2023. – 80 с.: ил., фот., табл. – ISBN 978-5-6049459-0-2.

2. Лучшие практики использования информационных технологий в АПК: аналитический обзор = Best Practices in the Use of Information Technology in the Agro-industrial Complex: analytical review / О. В. Кондратьева, Н. П. Мишуров, А. Д. Федоров [и др.]; Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. – Москва: Росинформагротех, 2023. – 84 с.: табл., ил., фот. – Библиогр.: с. 71. – ISBN 978-5-7367-1748-4.

7.2 Дополнительная литература

1. Воронов М. В., Пименов В. И., Небаев И. А. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов. – 2-е изд., пер. и доп. – Электрон. дан. – Москва: Юрайт, 2025. – 268 с. – (Высшее образование). – URL: <https://urait.ru/bcode/567794>. – ISBN 978-5-534-17032-0.

2. Хливненко Л. В., Пятакович Ф. А. Практика нейросетевого моделирования: учебное пособие для вузов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 200 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/393482>. – ISBN 978-5-507-47590-2.

3. Йодиче Д. М. TinyML. Книга рецептов: руководство. – Москва: ДМК Пресс, 2023. – 298 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/348080>. – ISBN 978-5-

8 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 «Проектирование и развертывание ИИ-систем в условиях АПК»	Обозреватель Internet Explorer	Браузер	Компания Microsoft	2011
		MS Word	Текстовый процессор	Компания Microsoft	2011
		Jupyter Notebook / JupyterLab	Открытая интерактивная веб-среда (Open Source)	Project Jupyter Community	-
2	Раздел 2 «Эксплуатация, мониторинг и экономика промышленных ИИ-решений в АПК»	Обозреватель Internet Explorer	Браузер	Компания Microsoft	2011
		MS Excel	Табличный процессор	Компания Microsoft	2011
		MS Word	Текстовый процессор	Компания Microsoft	2011
		Microsoft Visio	Проприетарное десктопное ПО	Компания Microsoft	2011
		Draw.io (Diagrams.net)	Бесплатное веб-приложение (Open Source)	JGraph Ltd.	-
		Jupyter Notebook / JupyterLab	Открытая интерактивная веб-среда (Open Source)	Project Jupyter Community	-

9 Описание материально-технической базы, необходимой для

осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Аудитория для проведения занятий лекционного типа 15 уч. corp., 118 ауд.	Видеопроектор 3500 Лм
Аудитории для проведения практических занятий: 12 уч. corp. 7, 13 ауд.; 15 уч. corp., 110 ауд.	Персональные компьютеры в количестве: 7 ауд. – 26 шт.; 13 ауд. -26 шт.; 110 ауд. – 18 шт.
Аудитории для курсового проектирования: 12 уч. corp. 7, 13 ауд.; 15 уч. corp., 110 ауд.	Персональные компьютеры в количестве: 7 ауд. – 26 шт.; 13 ауд. -26 шт.; 110 ауд. – 18 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы
Общежитие	Комната для самоподготовки

10 Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Освоение теоретических основ дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» предусматривает изучение материала лекций, работу с рекомендуемым учебно-методическим обеспечением. Лекции читаются в мультимедийных аудиториях на основе подготовленных лектором презентаций. Во время проработки конспекта лекций пометить непонятные места и обратиться к рекомендуемой основной и дополнительной литературе.

Практические навыки по дисциплине «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» приобретаются путем выполнения практических заданий в компьютерных классах. В процессе выполнения заданий студенты могут получить консультации у преподавателя.

Самостоятельная работа студентов организуется в соответствии с требованиями п. 4.4 настоящей рабочей программы с использованием материалов лекций и учебно-методического обеспечения.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан отработать пропущенное занятие и отчитаться перед преподавателем в соответствии с пунктом 6.3. Устава РГАУ-

МСХА имени К.А. Тимирязева «Обучающиеся Университета обязаны: добросовестно осваивать образовательную программу, выполнять индивидуальный учебный план, в том числе посещать предусмотренные учебным планом или индивидуальным учебным планом учебные занятия, осуществлять самостоятельную подготовку к занятиям, выполнять задания, данные педагогическими работниками в рамках образовательной программы».

Отработка пропущенных занятий производится в часы консультаций преподавателя на кафедре путем демонстрации выполненного задания.

11 Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Лекции по дисциплине «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» читаются в специализированной мультимедийной аудитории. В лекциях рассматриваются основные термины и категории понятийного уровня для освоения профессиональной терминологии в области современных автоматизированных информационных систем и технологий, информационной сферы цифровой экономики.

Практические занятия проводятся в сетевых компьютерных классах, оснащенных современными техническими и программными средствами. Необходимо проведение инструктажа по технике безопасности при работе в компьютерных классах.

Раздаточный материал включает компоненты учебно-методического комплекса дисциплины: рабочую программу, индивидуальные задания, вопросы для самостоятельной работы и подготовки к зачету.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью контроля результатов выполнения практических работ, устного опроса, решения кейс-задач, а также на контрольной неделе.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме зачета.

Программу разработали:

Д-р техн. наук, профессор Ступина А.А.



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.В.ДВ.02.01 «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного
интеллекта в АПК»
ОПОП ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика», направленность
«Архитектура систем искусственного интеллекта», «ИТ-инновации и цифровые
решения для бизнеса»
очная форма обучения (квалификация выпускника – магистр)

Ашмариной Татьяной Игоревной, доцентом кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО г. Москвы «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом экономических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» ОПОП ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика», направленность Архитектура систем искусственного интеллекта», «ИТ-инновации и цифровые решения для бизнеса» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре прикладной информатики (разработчик – профессор кафедры прикладной информатики, д.т.н. Ступина Алена Александровна).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений - Б1.В.ДВ.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.04.03 «Прикладная информатика».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» закреплена одна профессиональная **компетенция**. Дисциплина «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК » составляет три зачётных единиц (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» предполагает проведение лекционных и

практических занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.04.03 «Прикладная информатика».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (решение кейс-задач, защита практических работ, устного опроса), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.ДВ ФГОС ВО направления 09.04.03 «Прикладная информатика» .

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – два источника, дополнительной литературой – три наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.04.03 «Прикладная информатика».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Оптимизация развертывания и эксплуатации систем искусственного интеллекта в АПК» ОПОП ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика», направленность «Архитектура систем искусственного интеллекта», «ИТ-инновации и цифровые решения для бизнеса» (квалификация - магистр), разработанная профессором кафедры прикладной информатики Ступиной А.А., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Ашмарина Т.И., доцент кафедры экономики
и организации производства ФГБОУ ВО
г. Москвы «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева», к.э.н.



« 28 » августа 2025 г. _