

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий, Л.И. Хоружий, Л.И.

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 16.01.2025

Уникальный электронный ключ:

1e90b132d9b04fceb7585160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРА-

ЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий

“ 28 ” 08 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.20.02 Моделирование систем АПК

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность: Системы искусственного интеллекта

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025


Москва, 2025

Разработчик (и): Худякова Е.В., д.э.н., профессор 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Щедрина Е.А., к.пед.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. заведующего 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

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3. ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ/ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	13
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	19
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	20
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	21
7.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	21
7.4. НАУЧНЫЕ СТАТЬИ ИЗ ЖУРНАЛОВ БЕЛОГО СПИСКА	21
7.5. МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ А/А*	22
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР-НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	23
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	29

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.20.02 «Моделирование систем АПК» для подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» направленность «Системы искусственного интеллекта»

Цель освоения дисциплины: приобретение систематических знаний в области моделирования систем, ознакомление с основными подходами к моделированию систем, умений эффективного использования моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных объектов.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПК-3 (МФ-1).1, ПК-22 (АС-11).2.

Краткое содержание дисциплины: Понятие и сущность моделирования систем, классификация видов моделирования систем, математические схемы моделирования систем, формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем, статистическое моделирование систем на ПК, инструментальные средства моделирования систем, имитационное моделирование систем.

Общая трудоёмкость дисциплины: 108 часов/3 зачётные единицы.

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Приобретение систематических знаний в области моделирования систем, ознакомление с основными подходами к моделированию систем, умений эффективного использования моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных объектов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Моделирование систем АПК» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование систем АПК» являются: Основы технологии производства продукции растениеводства, Основы животноводства, Линейная алгебра, Математика, Дискретная математика, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгоритмизация и программирование.

Дисциплина «Моделирование систем АПК» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Интеллектуальный анализ данных, Системы поддержки принятия решений, VI-системы в экономике.

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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины (профессиональные компетенции)

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1	ПК-3 (MF-1)	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	ПК-3 (MF-1).1 Применяет аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта (Продвинутый уровень) Применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ.	методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ.	Применять методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ.	Программными средствами для применения методов теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ.
2	ПК-22 (АС-11)	Способен применять методы и технологии организации и управления данными и знаниями в агропромышленном комплексе	ПК-22 (АС-11).2 Осуществляет интеллектуальное ассистирование и поддержку принятия решений в агропромышленном секторе (Продвинутый уровень) Совершенствует алгоритмы выработки и обоснования принятия решений в промышленных СППР на основе аналитики данных, внедряет цифровых двойников отдельных объектов	алгоритмы выработки и обоснования принятия решений в промышленных СППР на основе аналитики данных, внедряет цифровых двойников отдельных объектов (животных, ферм, с/х техники) для объективизации принимаемых решений	Применять алгоритмы выработки и обоснования принятия решений в промышленных СППР на основе аналитики данных, внедряет цифровых двойников отдельных объектов (животных, ферм, с/х техники) для объективизации принимаемых решений	Программными средствами для поддержки принятия решений на основе аналитики данных, внедряет цифровых двойников отдельных объектов (животных, ферм, с/х техники) для объективизации принимаемых решений

			дельных объектов (животных, ферм, с/х техники) для объективизации принимаемых решений			
--	--	--	---	--	--	--

;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час./ *	в т.ч. по семестрам
		№5/*
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/4	108/4
1. Контактная работа:	52,4/4	52,4/4
Аудиторная работа	52,4/4	52,4/4
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	34/4	34/4
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	28,6	28,6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	28,6	28,6
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

* в том числе практическая подготовка

4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Все-го	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 1. Сущность моделирования систем и область его применения. Место моделирования в экономике АПК	6	2	2		2
Тема 2. Метод Монте-Карло. Статистический эксперимент с моделью	8	2	4		2

Тема 3. Системы массового обслуживания в АПК и их сети. Введение в систему GPSS World	7,6	2	4		1,6
Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	10	2	6		2
Тема 5. Эксперименты с моделью.	10	2	4		4
Тема 6. Сущность метода системной динамики	10	2	4		4
Тема 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim	7	1	2		4
Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции АПК»	5	1	2		2
Тема 9. Система имитационного моделирования Anylogic	7	1	4		2
Тема 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем в АПК.	5	1	2		2
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2,4	0	0	0,4	2
Консультации перед экзаменом	3	0	0	2	1
Подготовка к экзамену (контроль)	27	0	0		27
Всего за 5 семестр	108	16	34	2,4	55,6

Тема 1. Сущность моделирования систем и область его применения. Место моделирования в экономике АПК

Понятие моделирования систем. Особенности аналитического и имитационного моделирования.

Виды моделирования. Математическое моделирование.

Эксперименты с моделями. Изменения состояний системы - непрерывные и дискретные. Представление времени в математических моделях систем.

Цель и задачи применения математических моделей в цифровой экономике, в условиях цифровой трансформации АПК. Развитие киберфизических систем и моделирование систем.

Тема 2. Метод Монте-Карло. Статистический эксперимент с моделью

Сущность метода статистических испытаний Монте-Карло. Определение количества испытаний, получение статистически независимых наблюдений, установление требуемой точности исследования. Экспериментальная природа имитационного моделирования. Формирование статистической выборки и ее статистическое исследование. Стратегическое и тактическое планирование эксперимента. Направленный вычислительный эксперимент. Статистический эксперимент с имитационной моделью. Планирование имитационного эксперимента.

Тема 3. Системы массового обслуживания в АПК и их сети. Введение в систему GPSS World

Системы массового обслуживания (СМО) и их элементы: очередь, обслуживающее устройство, входящий и выходящий поток заявок на обслуживание. Закон поступления заявок на обслуживание детерминированный и вероятностный. Среднее количество требований в СМО. Дисциплины выхода из очереди. Правила обслуживания в СМО. Дисциплины обслуживания. Режимы работы. Основные характеристики работы СМО. Сети систем массового обслуживания. Анализ «узких мест» в сети. Основные характеристики сетей СМО в АПК.

Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы

GPSS World как система транзактно-ориентированного, дискретного типа. Понятие транзакта. Блоки GPSS и ее основные элементы: память, очереди, таблицы, стандартными числовыми атрибутами (СЧА). Объекты GPSS: объектам типа «ресурс», арифметические и булевы переменные, функции, ячейки и матрицы, очереди, таблицы. Типы операторов в GPSS: блоки, операторы описания данных, команды. Формат блока GPSS: метка, операция, операнды, комментарии. Команды GPSS. Моделирование входа и выхода транзактов из модели. Моделирование занятия и освобождения обслуживающего устройства. Моделирование входа и выхода из очереди. Переход транзакта в блок, отличный от последующего. Моделирование сохраняемых величин. Проверка числовых выражений. Переменные Функции в GPSS.

Тема 5. Эксперименты с моделью

Эксперименты с моделью. Оценка адекватности и точности результатов моделирования. Определение объема выборки (количества прогонов). Оценка устойчивости модели. Оценка чувствительности модели. Определение длительности переходного режима. Планирование и проведение имитационного эксперимента. Оценка существенности влияния факторов (ANOVA).

Цели проведения оптимизационного эксперимента на модели. Постановка задачи для проведения оптимизационного эксперимента. Критерии оптимальности при оптимизации в имитационном моделировании. Интерпретация результатов оптимизационного эксперимента.

Тема 6. Сущность метода системной динамики

Сущность и область применения метода системной динамики. понятие уровней, переменных состояния, темпов. Уравнения темпов (функциям решений). Явные и неявные решения. Информационная система с обратной связью. Запаздывания и усиления. Динамическая модель как самокорректирующаяся модель. Виды уравнений в моделях системной динамики. Экзогенные переменные. Дополнительные уравнения, уравнения начальных условий.

Тема 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim

Эволюция системы моделирования Vensim. Организация процесса моделирования в системе Vensim 5.0 PLE . Рабочая переменная. Основное меню. Основная панель управления. Средства построения схемы модели. Средства анализа. Строка состояния. Панель управления. Моделирование роста населения региона (пример). Установка горизонта моделирования. Редактор выражений. Окно результатов проверки модели. Анализ результатов моделирования. Дерево причин и дерево следствий. Организация циклов.

Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции АПК»

Постановка задачи. Основные элементы модели «Цена-Спрос» и логические взаимосвязи между ними. Модификация элемента модели «уровень» в элемент типа auxiliary. Необходимость применения встроенной функции SMOOTH. Применение двухсторонних темпов.

Постановка задачи распространения продукции предприятия на рынке. Основные элементы модели «Маркетинг продукции АПК». Положительные и отрицательные единичные и множественные петли обратной связи в модели.

Тема 9. Система имитационного моделирования Anylogic.

Концепции имитационного моделирования, поддерживаемые программой Anylogic. Интерфейс программы и способы построения модели. Библиотека Enterprise Library. Постановка задачи дискретно-событийного моделирования и создание модели работы банковского офиса.

Элементы библиотеки Enterprise Library. Элементы модели, отражающие вход транзактов в систему, ожидание в очереди, обработки транзактов, выхода из системы.

Порядок построения модели в системе Anylogic. Дискретно-событийное моделирование систем с учетом пространственного расположения объектов. Моделирование работы отделения поликлиники. Нанесение пространственных параметров системы, моделирование движения транзактов по заданным маршрутам. Инструменты создания анимации.

Тема 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем в АПК.

Цифровой двойник как интегрированная система, агрегирующей имитационные модели, базы данных, интеллектуальные программные модули класса генетических оптимизационных алгоритмов, подсистемы интеллектуального анализа данных (data mining) в АПК. Системная архитектура цифрового двойника производственного предприятия: подсистема имитационного моделирования, база данных (хранилище данных), подсистема визуализации

и управления имитационными моделями, подсистема многомерного анализа данных (OLAP), подсистема интеллектуального анализа данных.

Внедрение систем дистанционного контроля и анализа функционирования предприятий. Объединение информационных и эксплуатационных технологий, технологий промышленного интернета вещей (ИИТ-платформа), аналитики больших данных.

4.3. Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Тема 1. Сущность моделирования систем и область его применения. Место моделирования в экономике АПК	Лекция № 1. Сущность имитационного моделирования. Актуальность применения имитационных моделей процессов и систем в АПК при переходе к цифровой экономике.	ПК-3 (МФ-1).1 ПК-22 (АС-11).2	-	2
		Практическое занятие № 1. Сущность имитационного моделирования и область его применения. Понятие о модельном времени		устный опрос	2
2.	Тема 2. Метод Монте-Карло. Статистический эксперимент с моделью	Лекция № 2. Метод Монте-Карло. Экспериментальная природа имитационного моделирования. Статистический эксперимент с моделью	ПК-3 (МФ-1).1 ПК-22 (АС-11).2	-	2
		Практическое занятие № 2. Метод Монте-Карло. Экспериментальная природа имитационного моделирования. Статистический эксперимент с моделью		устный опрос	4
3.	Тема 3. Системы массового обслуживания в	Лекция № 3. Системы массового обслуживания и их сети в АПК. Введение в систему GPSS World	ПК-3 (МФ-1).1 ПК-22 (АС-11).2	-	2

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Форми- руемые компе- тенции (индикат оры)	Вид контроль ного меропри- ятия	Кол- во часов
	АПК и их сети. Введение в си- стему GPSS World	Практическое занятие № 3 Системы массового обслуживания и их сети. Введение в систему GPSS World		устный опрос	4
4.	Тема 4. Основ- ные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	Лекция № 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	ПК-3 (MF- 1).1 ПК-22 (АС- 11).2	-	2
		Практическое занятие № 4. Основ- ные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы		устный опрос, за- дача	6
5.	Тема 5. Экспери- менты с моде- лью	Лекция № 5. Эксперименты с моде- лью. Анализ устойчивости и чувствительности модели. Экспе- римент ANOVA. Оптимизацион- ный эксперимент	ПК-3 (MF- 1).1 ПК-22 (АС- 11).2	-	2
		Практическое занятие № 5. Экспе- рименты с моделью. Анализ устойчивости и чувствительности модели. Эксперимент ANOVA. Оптимизационный эксперимент		устный опрос, за- дача	4
6.	Тема 6. Суще- ность метода си- стемной дина- мики	Лекция № 6. Сущность метода си- стемной динамики	ПК-3 (MF- 1).1 ПК-22 (АС- 11).2	-	2
		Практическое занятие № 6. Суще- ность метода системной динамики		устный опрос	4
7.	Тема 7. Введе- ние в систему имитационного моделирования Vensim	Лекция 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim -	ПК-3 (MF- 1).1 ПК-22 (АС- 11).2	-	1
		Практическое занятие № 7. Введе- ние в систему имитационного мо- делирования Vensim		устный опрос	2
8.	Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Марке- тинг продукции АПК»	Лекция 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции АПК».-	ПК-3 (MF- 1).1 ПК-22 (АС- 11).2	-	1
		Практическое занятие № 8. Мо- дель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции»		устный опрос, задача	2
9.	Тема 9. Система имитационного	Лекция № 9 Система имитацион- ного моделирования Anylogic	ПК-3 (MF- 1).1	-	1

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Форми- руемые компе- тенции (индикат оры)	Вид контроль ного меропри- ятия	Кол- во часов
	моделирования Anylogic	Кейс 1. Платформа потоковой ана- литики транзакций (real-time anti- fraud) Кейс 2. Временные ряды ликвид- ности и прогноз кассовых разры- вов	ПК-22 (АС- 11).2	устный опрос, задача	4
10.	Тема 10. Имита- ционные модели и цифровые двойники про- цессов и систем в АПК.	Лекция № 10. Имитационные мо- дели и цифровые двойники про- цессов и систем в АПК	ПК-3 (MF- 1).1 ПК-22 (АС- 11).2	-	1
		Практическое занятие № 10. Раз- работка базы данных и ее соедине- ние с имитационной моделью в си- стеме AnyLogic		Задача 1	1
		Кейс 3. Цифровой двойник фермы (животноводство)		Проверка выполне- ния зада- ния	1

4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. Сущность моделирования си- стем. Актуальность применения моделей процессов и систем при переходе к циф- ровой экономике	Интеграция имитационных моделей и СППР в цифровой экономике ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
2.	Тема 2. Метод Монте-Карло. Статисти- ческий эксперимент с моделью	Методика оценки точности проведения эксперимента с моделью ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
3.	Тема 3. Системы массового обслужива- ния и их сети. Введение в систему GPSS World	Показатели оценки эффективности орга- низации сетей СМО ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
4.	Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	Операторы проверки логических выраже- ний модели ПК-3 (MF-1).1

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		ПК-22 (АС-11).2
5.	Тема 5. Эксперименты с моделью	Отсеивающий эксперимент ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
6.	Тема 6. Сущность метода системной динамики	Модель World 1 ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
7.	Тема 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim	Дискретно-событийное моделирование в системе Vensim ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
8.	Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции».	Моделирование общего дохода предприятия в модели «Цена-спрос» ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
9.	Тема 9. Система имитационного моделирования Anylogic	Концепции имитационного моделирования, поддерживаемые системой Anylogic ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2
10.	Тема 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем	Цифровой двойник для автомобильной производственной линии ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (АС-11).2

5. Образовательные технологии

Таблица 6

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 3. Обратная связь в управлении организацией: управление на основе эффектов возрастающей отдачи	ПЗ	Компьютерные симуляции (программа GPSS World)
2.	Тема 4. Имитационное моделирование причинно-следственных связей в экономике	ПЗ	Компьютерные симуляции (программа GPSS World)
3.	Тема 7. Метод системной динамики	ПЗ	Компьютерные симуляции (Система Vensim)
4.	Тема 8. Метод системной динамики при моделировании	ПЗ	Компьютерные симуляции (Система Vensim)

	функционирования субъекта экономики		
5.	Тема 9. Имитационное моделирование в системе Vensim	ПЗ	Компьютерные симуляции (Система Vensim)
6.	Тема 10. Средства Anylogic и MS SQL для имитационного моделирования систем и создания цифровых двойников	ПЗ	Компьютерные симуляции (Система Anylogic)

При реализации программы дисциплины используются следующие современные методики и технологии обучения:

- гибкая архитектура программ – 25% содержания ежегодно обновляется с участием индустрии с учетом отраслевой направленности;
- адаптивные технологии взаимодействия с профессионалами из индустрии (наставничество, кейсы от индустриальных партнеров);
- проектно-соревновательный подход – хакатоны и командные решения отраслевых задач;
- проблемно-ориентированное обучение – работа над кейсами от индустриальных партнёров;
- решение практических задач на практических занятиях в лабораториях центра «Институт цифровой трансформации в АПК».

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

Вопросы для устного опроса

К теме 1 «Сущность моделирования систем. Актуальность применения моделей процессов и систем при переходе к цифровой экономике»

1. В чем сущность моделирования систем?
2. Какова область применения математических моделей систем в АПК?
3. Виды моделей и моделирования.
4. Каковы цели применения метода моделирования в цифровой экономике?
5. Задачи применения математических моделей в цифровой экономике.
6. Киберфизические системы и место в них математических моделей процессов и систем.

К теме 2 «Метод Монте-Карло. Статистический эксперимент с моделью»

1. В чем состоит сущность метода статистических испытаний Монте-Карло?
2. Как определить необходимое количество испытаний (экспериментов)?
3. Формирование статистической выборки и ее статистическое исследование.
4. Стратегическое и тактическое планирование имитационного эксперимента.

К теме 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем.

1. Что представляет собой цифровой двойник бизнес-процесса, системы?
2. Какова архитектура цифрового двойника производственной системы?
3. Каковы направления применения технологии Интернета вещей при создании цифровых двойников производственных систем?
4. Примеры применения аналитики больших данных при создании цифровых двойников производственных систем?

Практические задания

К теме 4 «Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы»

Задача 1

Ввести текст модели со следующей постановкой задачи. Выполнить задачу по индивидуальному варианту.

На автозаправочной станции имеется две заправочные колонки и известны следующие параметры работы АЗС:

– поток автомобилей, поступающих на заправку, приходит с интенсивностью 5 ± 2 мин.;

– время заправки на первой колонке составляет $10 \pm 2,5$ мин, а на второй – 13 ± 4 мин.;

– автомобиль для заправки подъезжает к свободной колонке.

Требуется промоделировать работу АЗС в течение рабочей смены (8 ч).

К теме 5 «Эксперименты с моделью»

Эксперимент с моделью «Оценка точности результатов моделирования»

1. Сформировать статистическую совокупность показателя «средняя длина очереди на заправку» из 10 значений. Для этого провести десять прогонов ($N = 10$) модели, изменяя границы интервалов поступления автомобилей, но при неизменном среднем значении интервала 2. Увеличить точность суждений о средней длине очереди и определить, какое количество прогонов для этого нужно провести.

Кейсы

Кейс 1. Платформа потоковой аналитики транзакций (real-time anti-fraud)

Задание. Финансовые операции клиентов должны контролироваться в реальном времени. Студент проектирует систему обработки потоков транзакций: event streaming, детекция аномалий и моментальная отправка алертов. Работа включает настройку Kafka/Spark Streaming, интеграцию с антифрод-сервисами и тестирование скорости реакции. Реализовать потоковую архитектуру для выявления подозрительных транзакций.

Кейс 2. Временные ряды ликвидности и прогноз кассовых разрывов

Задание. Казначейство банка ежедневно управляет миллиардными потоками средств. Студент проектирует модели прогнозирования кассовых разрывов (time series: ARIMA, LSTM, Prophet). Задача — предсказывать ликвидность на горизонтах $T+1/T+7$ и мониторить точность моделей. Построить ML-модель прогноза ликвидности и кассовых разрывов.

Кейс 3. Цифровой двойник фермы (животноводство)

Задание 3. На IoT-полигоне моделируется животноводческая ферма. Студент создаёт цифровой двойник: ML-модели продуктивности животных, симуляция процессов кормления и роста, прогноз заболеваний. Система служит инструментом для агробизнеса и банковских решений о кредитах. Построить цифровой двойник животноводческого комплекса.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу традиционной системы положены принципы, в соответствии с которыми происходит формирование оценки за ответ (решение теста), осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся.

Таблица 7

Критерии оценки успеваемости

Критерии оценки	Оценка
5	Отличное знание теоретических основ имитационного моделирования, владение навыками работы в компьютерной программе. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий
4	Хорошее знание теоретических основ математического моделирования, знание основных основ работы в компьютерной программе для реализации имитационных моделей. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
3	Удовлетворительное знание теоретических основ имитационного моделирования, знание смысла основных моделируемых экономических процессов. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
2	Несоответствие вышеназванным критериям. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Алябьева, Е.В. Имитационное моделирование: учебно-методическое пособие / Е.В. Алябьева. — Барнаул : АлтГПУ, 2016. — 48 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112166> (дата обращения: 21.08.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Трухин, М.П. Моделирование сигналов и систем. Система массового обслуживания : учебное пособие / М.П. Трухин ; под научной редакцией С.В. Поршнева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-3922-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125738> (дата обращения: 21.08.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Моделирование бизнес-процессов на предприятиях АПК / Е. В. Худякова, А. М. Бондаренко, Л. С. Качанова [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-507-44528-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/230429> (дата обращения: 21.08.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература

1. Горожанина, Е. И. Имитационное моделирование : учебник / Е. И. Горожанина, Е. А. Богданова. — Самара : ПГУТИ, 2022. — 252 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/411383> (дата обращения: 21.08.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рыжиков, Ю.И. Имитационное моделирование. Авторская имитация систем и сетей с очередями : учебное пособие / Ю.И. Рыжиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-3464-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113404> (дата обращения: 21.08.2025). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

3. Белякова, А. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / А. Ю. Белякова. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2020. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183493> (дата обращения: 21.08.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Гаврилов, Г. В. Моделирование структуры кормопроизводства сельскохозяйственного предприятия: методические указания/ Г. В. Гаврилов - М.: МСХА, 2005. - 78 с.

7.4. Научные статьи из журналов Белого списка

1. Цыганов А.В., Цыганова Ю.В. Общий подход к построению градиентных методов параметрической идентификации на основе модифицированной взвешенной ортогонализации грама - шмидта и алгоритмов дискретной фильтрации информационного типа // Компьютерные исследования и моделирование, 2025, - Т. 17, № 5. – С. 761-782.

2. Антонов И.В., Бруттан Ю.В. Применение больших языковых моделей для интеллектуального поиска и извлечения информации в корпоративных информационных системах // Компьютерные исследования и моделирование, 2025, - Т. 17, № 5. – С. 871-888.

7.5. Материалы конференций A/A*

1. Подбор конференций уровня A/A*. – URL: https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1
2. Материалы конференции International Conference on Machine Learning (ICML). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icml/index.html>
3. Материалы конференции ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/kdd/index.html>
4. Материалы конференции Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/nips/index.html>
5. Материалы конференции Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
6. Материалы конференции European Conference on Computer Vision (ECCV). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
7. Материалы конференции IEEE International Conference on Data Mining (ICDM). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icdm/index.html> и др.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.gpss.ru> (открытый доступ)
2. <http://www.anylogic.ru> (открытый доступ).
3. <http://www.vensim.com> (открытый доступ).
4. Юлия Мельникова. Сибур сделал шаг к цифровым двойникам. COMNEWS, 19 февраля 2019 [Электронный ресурс]. – Доступно: <https://www.comnews.ru/content/117968/2019-02-19/sibur-sdelal-shag-k-cifrovym-dvoynikam> (Открытый доступ).
5. Цифровой Двойник как пример ЦТ [Электронный ресурс]. – Доступно: <https://docs.google.com/document/d/1iMEECTeTl0gSOlm8ZgiKZ1GuNid-EHhGIMp-s7SuIkU/edit?fbclid=IwAR1DgyJT9JwFUEd4KJjZov1pxiKHjzG1xFb0r4wHT0EkYYI6Y9ByIrt9Vgo#heading=h.2tl5if2mydm6>
6. Манюкова, Н. В., Гателюк, О. В. Проверка статистических гипотез: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Н. В. Манюкова, О. В. Гателюк. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 112 с. — Режим доступа: <https://www.litres.ru/book/natalya-vladislavovn/proverka-statisticheskikh-gipotez-uchebnoe-posobie-dly-67931435/>

9. Перечень программного обеспечения

Таблица 10

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Тема 3. Системы массового обслуживания и их сети. Введение в систему GPSS World	GPSS World	Компьютерный симулятор	Minutemans Software	1960 и позже
2.	Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	GPSS World	Компьютерный симулятор	Minutemans Software	
3.	Тема 5. Эксперименты с моделью.	GPSS World	Компьютерный симулятор	Minutemans Software	
4.	Тема 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim	Vensim	Компьютерный симулятор	Ventana Systems	1985 и позже
5.	Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции»	Vensim	Компьютерный симулятор	Ventana Systems	
7.	Тема 9. Система имитационного моделирования Anylogic	Anylogic	Компьютерный симулятор	XJ tec	1995 и позже
8.	Тема 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем	Anylogic	Компьютерный симулятор	XJ tec	
		SQL Server, SQL management Studio	База данных	Microsoft	

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекции проводятся в специализированной аудитории, оборудованной мультимедийным проектором для демонстрации компьютерных презентаций.

Для проведения практических занятий по дисциплине «Имитационное моделирование бизнес-процессов предприятий АПК» необходима компьютерная аудитория.

Таблица 11

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
1	2
Аудитория для проведения занятий лекционного типа № 32, уч. корпус № 21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 32, уч. корп. № 21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 36, уч. корп. № 21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Общежитие № 7	Комната для самоподготовки

Инфраструктурное обеспечение ОПОП ВО в области искусственного интеллекта

Инфраструктура для реализации базового блока по глубокому и машинному обучению при подготовки бакалавров направления 09.03.03 Прикладная информатика по профилю «Системы искусственного интеллекта» включает аппаратное оборудования и специализированного программного обеспечение для выполнения высокопроизводительных вычислений, и позволяет выполнять для эффективное обучения глубоких нейронных сетей, использовать фреймворки для разработки и развёртывания моделей глубоких нейронных сетей, инструменты управления данными для обработки и хранения данных, облачные платформы, периферийные устройства и датчики для для создания систем искусственного интеллекта под задачи агропромышленного комплекса, что обеспечивает формирование практических навыков и компетенций у обучающихся, необходимых в профессиональной деятельности в сфере искусственного интеллекта и анализа данных.

Аппаратная части инфраструктуры позволяет решить задачи

- обеспечения высокопроизводительных вычислений для обработки больших объёмов данных и тренировки моделей машинного обучения;
- развёртывания специализированных серверов и облачных сервисов для GPU-вычислений и распределенных расчётов;
- организации хранилищ данных с высокой пропускной способностью и масштабируемостью;

- обеспечить возможность параллельной обработки больших объёмов данных за счет высокопроизводительных серверов и вычислительных кластеров позволяют масштабировать обучение моделей, .

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения с использованием аппаратных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:

- 17 профессиональных рабочих станций с процессорами Intel i9, графическими ускорителями NVIDIA GeForce RTX 4090, 128 ГБ оперативной памяти и 1 ТБ SSD;
- серверное оборудование: два модуля с суммарной производительностью 772 потока, 262 ГБ оперативной памяти и 87 ТБ SSD;
- высокопроизводительные процессоры Intel Xeon Gold/Platinum;
- GPU-кластер на базе NVIDIA H100 (7168 ГБ ОЗУ, 110 производительных ядер, 220 потоков, 400 ГБ видеопамати, 84 480 CUDA-ядер, 72 ТБ хранилища, сеть 10 Гбит/с с резервированием);
- системы хранения Lenovo Storage V3700 V2 и «Гравитон» (до 600 накопителей, поддержка NVMe/SAS/SATA, интеграция с VMware, Hyper-V и Proxmox).

Программная часть инфраструктуры

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения осуществляется с использованием программных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:

1. Экосистему разработки и анализа данных

Инструменты для работы с данными, построения моделей, автоматизации и оптимизации процессов:

- Языки и окружения: Jupyter, Anaconda, Google Colaboratory, Visual Studio Code (VS Code), GitFlic.
- Библиотеки машинного обучения: Scikit-learn, Theano, Apache MXNet, Chainer, Fast.ai, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK), Deeplearning4j, ML.NET, XGBoost, Rasa, DeepSpeed.
- Фреймворки и системы глубокого обучения: TensorFlow, PyTorch, Keras, PaddlePaddle, Hugging Face Transformers.
- Инструменты для распределённых вычислений и управления процессами: Apache Hadoop, Apache Spark, Apache Airflow, Apache NiFi, Dask, Ray, Optuna, MLflow.
- Средства интеграции и потоковой обработки: Apache Kafka.
- Статистический и математический анализ: EViews, Stata/IC, Statistica 6 Ru, Mathcad Express, Wolfram Mathematica.
- Инструменты для моделирования и симуляций: Anilogic.
- Среды разработки интерфейсов: Qt Creator, Qt Designer.

2. Инструменты компьютерного зрения и анализа изображений

Используются для обработки фото-, видео- и сенсорных данных:

- Библиотеки и фреймворки: Open Source Computer Vision Library (OpenCV), Caffe, ONNX (Open Neural Network Exchange), Fast.ai, PaddlePaddle.
- Специализированные пакеты: Scanex image processor, Point Cloud Library (PCL).

3. BI-платформы и инструменты аналитики

Для визуализации, аналитики и принятия решений:

- BI-системы и дашборды: QGIS, PowerBI, Grafana.
- Отраслевые инструменты: ExactFarming, ExactScoring.

4. Системы управления данными и базами

Реляционные и нереляционные СУБД:

- PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, MongoDB.

В учебном процессе используется инфраструктура учебно-научных лабораторий Центра «Проектный институт цифровой трансформации АПК», деятельность которого построена на принципах синергии между академическими знаниями и реальными потребностями агропромышленного комплекса. Стратегия направлена на создание устойчивой экосистемы, где студенты, преподаватели и бизнес-партнёры совместно разрабатывают решения для цифровизации отрасли, используя R&D-направления как основу для образовательных модулей и кейсов:

1. IoT-лаборатория (тестирование защищённых каналов управления сенсорами, IPv6/5G).
2. Лаборатория больших данных (контроль качества и предобработка датасетов).
3. Лаборатория цифровых двойников (моделирование агро-объектов).
4. Лаборатория ГИС и ДЗЗ (адаптация геоплатформ под точное земледелие).
5. Лаборатория информационной безопасности (аудит агро-ИТ-систем).
6. Лаборатория биоинформатики (геномные и фенотипические базы данных).
7. Лаборатория цифровых продуктов (прототипирование API и интерфейсов).
8. Лаборатория ИИ в АПК (верификация отраслевых моделей).

В учебном процессе особое место занимает IoT-полигон «Цифровое растениеводство и сельхозаналитика», создаваемый при поддержке индустриального партнёра – АО «Россельхозбанк». Его деятельность строится на принципах тесной интеграции образовательной среды и реального сектора экономики. Полигон обеспечивает студентам возможность работать с актуальными технологиями и оборудованием, применяемыми в агробизнесе, и формировать практические компетенции, напрямую востребованные отраслью.

Ключевая особенность полигона – использование отраслевых ВІ-платформ ExactFarming и ExactScoring, которые применяются в индустрии для анализа производственных данных и построения предиктивных моделей. Благодаря этому учебные модули и практические кейсы строятся не на абстрактных примерах, а на реальных данных и инструментах, используемых агрохолдингами и фермерскими хозяйствами.

Стратегия функционирования полигона направлена на то, чтобы образовательные модули и проектная работа студентов опирались на реальные запросы индустриального партнёра. В учебные дисциплины интегрированы кейсы по анализу IoT-данных, разработке систем агроскоринга, предиктивному моделированию урожайности и созданию цифровых сервисов для сельского хозяйства. Для их реализации используются следующие оборудование и технологии:

- сенсорные столы NexTable с интерактивной ГИС-подложкой;
- зона проектной аналитики на 15–20 рабочих мест;
- VR-зона для иммерсивной работы с цифровыми двойниками хозяйств;
- витрины с IoT-датчиками (Metos, Sentek, MD514D) и симуляторами устройств;
- ВІ-дашборды ситуационного центра с аналитикой в реальном времени на базе ExactFarming и ExactScoring.

Такой формат позволяет студентам совместно с экспертами Россельхозбанка и индустриальными наставниками осваивать полный цикл работы с данными: от сбора информации с сенсоров и её предобработки – до визуализации, построения аналитических моделей и разработки готовых цифровых сервисов. В результате IoT-полигон становится связующим звеном между университетом и индустрией: он не только поддерживает научно-образовательную деятельность, но и формирует у студентов опыт взаимодействия с заказчиком, понимание требований бизнеса и готовность к внедрению решений в агропромышленный комплекс.

Робототехнические и сенсорные комплексы используются не как отдельные демонстрационные устройства, а как элементы сквозных образовательных сценариев.

- коллаборативные роботы AUBO-i5, xArm6 с системами машинного зрения интегрированы в занятия по компьютерному зрению и интеллектуальным системам управления: студенты программируют их действия, создают алгоритмы сортировки продукции и автоматизированного контроля качества, фактически имитируя задачи производственной роботизации в АПК;

- мобильные бионические платформы Unitree Go2 EDU позволяют моделировать работу автономных интеллектуальных систем: студенты разрабатывают алгоритмы навигации, анализа сенсорных данных и принятия решений в реальном времени. Такие кейсы приближают их к задачам роботизированного мониторинга хозяйств и сервисного применения ИИ в сельском хозяйстве.;

- почвенные датчики (рН, электропроводимость, влажность, солёность) дают возможность формировать собственные массивы данных для анализа. Студенты измеряют параметры почвы, готовят датасеты и используют их в дисциплинах по предиктивной аналитике и цифровому растениеводству. В результате лабораторные работы превращаются в полноценные исследования, где ИИ применяется для прогноза урожайности и оптимизации агротехнологий.;

- лидары DJI Zenmuse L1, NAVMOPO S1, спектральные камеры и 3D-сканеры применяются для построения цифровых карт и моделей полей. На этих данных студенты учатся выявлять болезни растений, определять биомассу и оценивать эффективность агротехнических мероприятий. Полученные результаты интегрируются в проекты по созданию цифровых двойников агроэкосистем.;

Характеристика материально-технического обеспечения учебного процесса при подготовке специалистов в области ИИ представлена в приложении Г.2 – «Сведения об обеспеченности образовательного процесса специализированными лабораториями».

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Посещение лекционных (с конспектированием рассматриваемых вопросов) и практических занятий (с выполнением практических работ), а также проработка рекомендуемой литературы являются необходимым и достаточным условием для получения необходимых знаний, практических умений и навыков по изучаемой дисциплине.

Подготовка студентов к занятиям носит индивидуальный характер, но такая подготовка должна включать изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, что позволяет усвоить необходимые знания по изучаемой теме. Для получения консультаций по вопросам, ответы на которые студент не смог найти в процессе проработки материалов, предусмотрено внеаудиторное время.

Самостоятельная работа студентов организуется в соответствии с методическими указаниями и должна быть выполнена в объеме, предусмотренном данной рабочей программой. Самостоятельная работа формирует навыки поиска необходимой информации и способствует лучшему усвоению материала.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие лекционного типа, обязан отработать его в одной из следующих форм:

- индивидуальная консультация по инициативе студента (рекомендуемая форма);

- индивидуальная проработка студентом лекционного материала по рекомендуемой литературе, компьютерным презентациям и конспектам, выполненным другими студентами, с последующим устным опросом;

- реферат на тему, предложенную преподавателем.

Трудоемкость реферата не может превышать количества часов лекционных занятий, пропущенных студентом. Рекомендуемый объем реферата – не более 10 страниц. Оригинальность реферата проверяется. По требованию преподавателя студент должен быть готов представить доказательства оригинальности реферата (например, ксерокопии использованных источников, сайты в сети Интернет, копии библиотечных абонентских карточек и др.), а также объяснить значения терминов, встречающихся в реферате.

С разрешения преподавателя студент имеет право отработать пропущенное практическое задание самостоятельно и отчитаться по нему на ближайшем практическом занятии (если это не противоречит его плану) либо во время, назначенное преподавателем для индивидуальных консультаций.

Если самостоятельная отработка практической работы невозможна по техническим причинам либо в связи с недостаточной подготовленностью студента, то кафедра прикладной информатики организует дополнительное практическое занятие для всех студентов, не выполнивших практические работы в срок и не отработавших их самостоятельно.

Пропуск занятия по документально подтвержденной деканатом уважительной причине не является основанием для снижения оценки выполненной практической работы.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для обеспечения большей наглядности лекционные занятия должны проводиться в аудиториях, оборудованных проекционной аппаратурой для демонстрации компьютерных презентаций. По каждой теме (вопросу) преподаватель должен сформировать список рекомендуемой литературы.

Начало практических занятий следует отводить под обсуждение вопросов студентов по содержанию и методике выполнения практических работ. Допускается при таком обсуждении использование одной из технологий интерактивного обучения. Для проведения индивидуальных консультаций должно быть предусмотрено внеаудиторное время.

При проведении практических занятий для формирования необходимых компетенций следует использовать активные и интерактивные образовательные технологии, описанные в п. 5 данной рабочей программы.

Невыполнение требований к практическим заданиям является основанием для повторного выполнения практической работы с измененным вариантом заданий и снижения оценки.

Контроль знаний студентов проводится в формах текущей аттестаций. Текущая аттестация студентов проводится постоянно на практических занятиях с помощью контроля результатов выполнения практических и тестовых

заданий, устного опроса, а также на контрольной неделе. Промежуточная аттестация студентов проводится в форме экзамена (8 семестр).

Программу разработала:
Худякова Е.В., д.э.н.



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **Б1.В.20.02 «Моделирование систем АПК»**
ОПОП ВО по направлению **09.03.03 «Прикладная информатика»**, направленность «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр)

Щедриной Е.В., кандидатом педагогических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Моделирование систем АПК» ОПОП ВО по направлению *09.03.03 «Прикладная информатика»*, направленность «Системы искусственного интеллекта» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре прикладной информатики (разработчик – Худякова Е.В., профессор, д.э.н.).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Моделирование систем АПК» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению *09.03.03 «Прикладная информатика»*, компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта. 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, формируемой участниками образовательных отношений.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления *09.03.03 «Прикладная информатика»* и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта, Программой за дисциплиной «Моделирование систем АПК» закреплена две компетенции (2 индикатора). Дисциплина «Моделирование систем 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 «Моделирование систем АПК» составляет 108 часа / 3 зач.ед..

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Моделирование систем АПК» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению *09.03.03 «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 «Моделирование систем АПК» предполагает проведение 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 09.03.03 «Прикладная информатика».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений ФГОС ВО направления 09.03.03 «Прикладная информатика».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 3 наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 «Прикладная информатика» и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Моделирование систем 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 «Моделирование систем АПК».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Моделирование систем АПК» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», направленность «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Худяковой Е.В., д.э.н., профессором, соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Щедрина Е.А., к.пед.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 28 » августа 2025 г.