

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

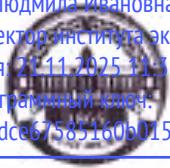
ФИО: Хоружий Людмила Ивановна

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 21.11.2025 11:32:26

Уникальный программный ключ:

1e90b132d9b04dce67585160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕДЕНИЕ 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

Хоружий Л.И.
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: Худякова Е.В., д.э.н., профессор

ХХ
«29» августа 2025 г.

Рецензент: Щедрина Е.В., к.п.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов

Е.В.

«29» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика и учебного плана по данному направлению.

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики протокол № 1 от «29» августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой прикладной информатики:

Худякова Е.В., д.э.н., профессор

Е.В.

«29» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института экономики и управления АПК
Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент

Т.Н. Гупалова

«29» 08 2025 г.

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

Е.В.

«29» 08 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Анна Сергеевна МИ

Содержание

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .	7
4.2. Содержание дисциплины.....	7
4.3. Лекции/практические занятия.....	11
Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия	11
4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
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	15
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1 Основная литература	17
7.2. Дополнительная литература.....	17
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР-НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	18
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21

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, ВИ-системы в экономике.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем АПК» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается ин-

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	Компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достиже- ния компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				(Базовый уровень)	(Продвинутый уровень)	(Экспертный уровень)
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, математики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	-	Продвинутый Применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ.	-
2	ПК-22 (AC-11)	Создает систему предиктивной аналитики данных с датчиков и устройств IoT агропромышленного сектора	ПК-22 (AC-11).2 Осуществляет интеллектуальное ассистирование и поддержку принятия решений в агропромышленном секторе	-	Продвинутый Совершенствует алгоритмы выработки и обоснования принятия решений в промышленных Продвинутый СППР на основе аналитики данных, внедряет цифровых двойников отдельных 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 (укрупнено)	Всего	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	7	1	2		4

моделирования Vensim					
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 независимы 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. Планирования 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 массово-

го 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. Страна 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 (ИОТ-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	Форми- руемые компе- тенции (индикат- оры)	Вид контроль- ного меропри- ятия	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 (MF-1).1 ПК-22 (AC-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 (MF-1).1 ПК-22 (AC-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 АПК и их сети. Введение в систему GPSS World	Лекция № 3. Системы массового обслуживания и их сети в АПК. Введение в систему GPSS World	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	2
		Практическое занятие № 3 Системы массового обслуживания и их сети. Введение в систему GPSS World		устный опрос	4
4.	Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов	Лекция № 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-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
	ров GPSS World и их форматы	Практическое занятие № 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы		устный опрос, задача	6
5.	Тема 5. Эксперименты с моделью	Лекция № 5. Эксперименты с моделью. Анализ устойчивости и чувствительности модели. Эксперимент ANOVA. Оптимационный эксперимент	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	2
		Практическое занятие № 5. Эксперименты с моделью. Анализ устойчивости и чувствительности модели. Эксперимент ANOVA. Оптимационный эксперимент		устный опрос, задача	4
6.	Тема 6. Сущность метода системной динамики	Лекция № 6. Сущность метода системной динамики	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	2
		Практическое занятие № 6. Сущность метода системной динамики		устный опрос	4
7.	Тема 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim	Лекция 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim -	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	1
		Практическое занятие № 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim		устный опрос	2
8.	Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции АПК»	Лекция 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции АПК».-	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	1
		Практическое занятие № 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции»		устный опрос, задача	2
9.	Тема 9. Система имитационного моделирования Anylogic	Лекция № 9 Система имитационного моделирования Anylogic	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	1
		Практическое занятие № 9. Система имитационного моделирования Anylogic		устный опрос, задача	4
10.	Тема 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем	Лекция № 10. Имитационные модели и цифровые двойники процессов и систем в АПК	ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2	-	1
		Практическое занятие № 10. Разработка базы данных и ее соеди-		Задача 1	

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Форми- руемые компе- тенции (индикат- оры)	Вид контроль- ного меропри- ятия	Кол- во часов
	в АПК.	нение с имитационной моделью в системе AnyLogic		Задача 2	1
		Практическое занятие № 11. Разработка архитектуры цифрового двойника предприятия сельской энергетики			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 систем. Актуальность применения моделей процессов и систем при переходе к цифровой экономике	Интеграция имитационных моделей и СППР в цифровой экономике ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
2.	Тема 2. Метод Монте-Карло. Статистический эксперимент с моделью	Методика оценки точности проведения эксперимента с моделью ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
3.	Тема 3. Системы массового обслуживания и их сети. Введение в систему GPSS World	Показатели оценки эффективности организации сетей СМО ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
4.	Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их форматы	Операторы проверки логических выражений модели ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
5.	Тема 5. Эксперименты с моделью	Отсеивающий эксперимент ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
6.	Тема 6. Сущность метода системной динамики	Модель World 1 ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
7.	Тема 7. Введение в систему имитационного моделирования Vensim	Дискретно-событийное моделирование в системе Vensim ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
8.	Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции».	Моделирование общего дохода предприятия в модели «Цена-спрос» ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-11).2
9.	Тема 9. Система имитационного моделирования Anylogic	Концепции имитационного моделирования, поддерживаемые системой Anylogic ПК-3 (MF-1).1 ПК-22 (AC-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 (AC-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 функционирования субъекта экономики	ПЗ Компьютерные симуляции (Система Vensim)
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)

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 применение 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 серединном значении интервала 2. Увеличить точность суждений о средней длине очереди и определить, какое количество прогонов для этого нужно провести.

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.

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/1iMEECTeTl0gSOlm8ZgjKZ1GuNid-EHhGIMp-s7SuIkU/edit?f>
bclid=IwAR1DgyJT9JwFUEd4KJjZov1pxiKHjzG1xFb0r4wHT0EkYYI6Y9ByIrt9Vgo#heading=h.2tl5if2mydm6

9. Перечень программного обеспечения

Перечень программного обеспечения

Таблица 10

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Тема 3. Системы мас- сового обслуживания и их сети. Введение в систему GPSS World	GPSS World	Компьютерный симулятор	Minutemans Software	1960 и поз- же
2.	Тема 4. Основные элементы GPSS World. Типы операторов GPSS World и их фор- маты	GPSS World	Компьютерный симулятор	Minutemans Software	
3.	Тема 5. Эксперименты с моделью.	GPSS World	Компьютерный симулятор	Minutemans Software	
4.	Тема 7. Введение в систему имитационно- го моделирования Vensim	Vensim	Компьютерный симулятор	Ventana Systems	1985 и поз- же
5.	Тема 8. Модель «Цена – спрос». Модель «Маркетинг продукции»	Vensim	Компьютерный симулятор	Ventana Systems	
7.	Тема 9. Система ими- тационного моделиро- вания Anylogic	Anylogic	Компьютерный симулятор	XJ tec	1995 и поз- же
8.	Тема 10. Имитацион- ные модели и цифро- вые двойники процес- сов и систем	Anylogic SQL Server, SQL management Studio	Компьютерный симулятор База данных	XJ tec 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 поме- щений и помещений для самостоя- тельной работы (№ учебного корпу- са, № 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

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, предусмотренным 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 работы. 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»**. 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»**.
4. В соответствии с 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».

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, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Щедрина Е.В., кандидат педагогических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов

(ЕВ)

«28» 08 2025