

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.03.01

Научно-исследовательская работа в сфере искусственного интеллекта

Учебный план: 2026-2027 09.03.03 ИИТА ПИИ ОО №1-1-181.plx

Кафедра: **26** Математики

Направление подготовки:
(специальность) 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки: Прикладной искусственный интеллект
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
7	УП	16	16	75,75	0,25	3	Зачет
	РПД	16	16	75,75	0,25	3	
Итого	УП	16	16	75,75	0,25	3	
	РПД	16	16	75,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат физико-математических наук, Доцент

Вьюненко Людмила
Федоровна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой математики

Рожков Николай
Николаевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сошников Антон
Владимирович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Получение студентами представления об имитационном моделировании как технологии проектной деятельности, его теоретических основах, современных парадигмах и инструментальных средствах, овладение навыками построения имитационных моделей.

1.2 Задачи дисциплины:

В ходе достижения цели решаются следующие задачи:

- изучение теоретических основ имитационного моделирования;
- знакомство с современными подходами в имитационном моделировании;
- изучение некоторых демонстрационных имитационных моделей, предлагаемых популярными системами имитационного моделирования;
- приобретение практических навыков построения имитационных моделей для обеспечения проектной деятельности.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Теория систем и системный анализ

Исследование операций и методы оптимизации

Прикладная статистика

Методы прикладной математики

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен на основе применения искусственного интеллекта управлять информацией из различных источников
Знать: основные подходы к интерпретации информации и принятию решений на основе применения искусственного интеллекта
Уметь: формировать алгоритм интерпретации информации и принятия решений на основе применения искусственного интеллекта
Владеть: навыками выявления тенденции развития предметной области исследований на основе анализа информации из различных источников с применением искусственного интеллекта
ПК-2: Способен анализировать возможности реализации требований к компьютерному программному обеспечению
Знать: возможности существующих архитектур программно-аппаратных комплексов, применяемые в сфере искусственного интеллекта
Уметь: формировать функциональные требования к программному обеспечению в зависимости от решаемых задач с использованием искусственного интеллекта
Владеть: навыками документирования требований к программному обеспечению с использованием искусственного интеллекта
ПК-3: Способен проектировать компьютерное программное обеспечение
Знать: основные подходы в рамках выявления потребностей в разработке программного обеспечения в сфере искусственного интеллекта
Уметь: формулировать исследовательские вопросы и гипотезы для разработки инновационных программных решений с использованием технологий искусственного интеллекта
Владеть: навыками разработки, изменения архитектуры компьютерного программного обеспечения

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Теоретические основы и математический аппарат имитационного моделирования	7					
Тема 1. Введение. Современное поколение моделей – экспертно-имитационные системы. Имитационное моделирование (ИМ) как инструмент научно-исследовательской деятельности. Связь имитационного моделирования и ИИ: ИМ как генератор данных для обучения ИИ, ИМ как среда для обучения и тестирования, ИИ как компонент ИМ. Моделирование с использованием ИИ (AI Simulation).		2		4		
Тема 2. Виды времени в имитационной модели. Управление модельным временем. Датчики случайных чисел, используемые в современных системах имитационного моделирования. Технология моделирования случайных величин и случайных процессов. Практические занятия: алгоритмы моделирования случайных величин и процессов.		2	4	10		О
Тема 3. Статистическое моделирование как простейший вид имитационного моделирования. Практические занятия: решение задач методом статистического моделирования.		2	4	10		
Раздел 2. Современные подходы в имитационном моделировании						О
Тема 4. Системная динамика. Математический аппарат системной динамики. Практические занятия: построение системно-динамической имитационной модели.		2	4	10		
Тема 5. Дискретно-событийное моделирование. Математический аппарат дискретно-событийного моделирования. Практические занятия: построение дискретно-событийной имитационной модели.		2	2	10		
Тема 6. Агентное моделирование. Математический аппарат агентного моделирования. Имитационные модели комбинированной архитектуры. Практические занятия: построение агентной имитационной модели.		2	2	10		

Раздел 3. Инструментальные средства имитационного моделирования						0
Тема 7. Разнообразие современных инструментальных средств имитационного моделирования. Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Принципы выбора системы имитационного моделирования.		2		10		
Тема 8. Документирование моделей. ODD-протокол как стандарт описания имитационных моделей. Верификация и валидация имитационных моделей.		2		11,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	16	75,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		32,25		75,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	Перечисляет и описывает методы подготовки данных для построения имитационной модели в рамках проектной деятельности. Обосновывает выбор подхода к построению имитационной модели для обеспечения проектной деятельности в сфере искусственного интеллекта. Представляет результаты имитационного моделирования.	
ПК-1	Раскрывает современные программные средства построения имитационных моделей для обеспечения научно-исследовательской деятельности. Строит имитационные модели для решения профессиональных задач в сфере искусственного интеллекта. Описывает имитационной модели в соответствии с ODD-протоколом.	
ПК-3	Излагает современные парадигмы имитационного моделирования. Строит имитационные модели систем и процессов, использующих ИИ. Разрабатывает гибридные структуры данных для имитационных моделей комбинированной архитектуры.	

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся продемонстрировал достаточный уровень теоретической подготовки, правильно ответил на теоретический вопрос по материалам лекций (допускаются несущественные ошибки или неточности). Задание выполнено без критических ошибок. Допускаются незначительные ошибки, которые не искажают основных выводов. Верно выбрана методика расчета и исходные данные. Учитываются баллы, полученные в течение семестра.	

Не зачтено	Обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень теоретической подготовки, при ответе на	
	теоретический вопрос допустил существенные ошибки. В расчетах допущены критические ошибки, которые привели к неверным основным результатам. Не учитываются баллы, полученные в течение семестра.	

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

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Возможности и ключевые преимущества имитационного моделирования как инструмента научно-исследовательской деятельности.
2	Определение имитационной модели
3	Место имитационного моделирования в общей классификации приемов моделирования
4	Определение термина AI Simulation. Анализ позиции AI Simulation в «Цикле хайпа Гартнера для ИИ» (2025): текущая фаза и прогноз развития
5	Современные парадигмы имитационного моделирования и их соотношение по уровню абстракции моделируемых систем
6	Виды времени в имитационной модели. Механизмы продвижения модельного времени.
7	Понятие датчика псевдослучайных чисел. Примеры популярных алгоритмов датчиков.
8	Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Моделирующие формулы и приемы.
9	Алгоритмы моделирования случайных величин с заданным законом распределения. Равномерное распределение.
10	Алгоритмы моделирования случайных величин с заданным законом распределения. Экспоненциальное распределение.
11	Алгоритмы моделирования случайных величин с заданным законом распределения. Нормальное распределение и связанные с ним.
12	Моделирование «реалистичных» распределений (смеси распределений).
13	Основные термины, используемые для описания функционирования системы в системной динамике.
14	Примеры процессов, для моделирования которых применим системно-динамический подход.
15	Механизм продвижения модельного времени в системно-динамических моделях.
16	Математический аппарат системной динамики.
17	Основные термины, используемые для описания функционирования системы в дискретно-событийном моделировании.
18	Примеры процессов, для моделирования которых применим дискретно-событийный подход.
19	Охарактеризуйте математический аппарат дискретно-событийного моделирования.
20	Механизм продвижения модельного времени в дискретно-событийных моделях.
21	Можно ли считать «дискретно-событийное моделирование» и «процессное моделирование» синонимами?
22	Основная идея агентного моделирования. Примеры процессов, для моделирования которых применим агентный подход.
23	Имитационная модель комбинированной архитектуры. Пример системы (процесса), для которой целесообразно строить комбинированную модель.
24	Примеры популярных систем имитационного моделирования, их сфера применения и краткая характеристика.
25	Принципы выбора инструментального средства для построения имитационной модели.
26	Ключевые возможности AnyLogic.
27	Основные элементы ODD-протокола для описания имитационных моделей.
28	Активный и пассивный эксперимент в имитационном моделировании.
29	Верификация и валидация имитационных моделей. Методы проведения процедур.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в приложении к данному РПД

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет проводится в компьютерном классе, и состоит из 2 теоретических вопросов и практико-ориентированного задания, которое выполняется на ПК с помощью специализированного ПО.

Время на подготовку ответа на теоретический вопрос составляет 15 минут. Время на ответ, требующий применения вычислительной техники составляет 20 минут.

Использование источников информации и технических средств при подготовке ответа на теоретический вопрос не допускается. При проведении зачета пользоваться учебными материалами и иными информационными источниками не разрешается.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Боев, В. Д., Сыпченко, Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/102015.html
Черникова, О. С., Карманов, В. С.	Компьютерное моделирование	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/126562.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Пименов В. И., Кравец Т. А., Небаев И. А.	Имитационное моделирование экономических процессов и систем	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2023	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2023162
Пименов В. И.	Имитационное моделирование	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202101
Ефромеева, Е. В., Ефромеев, Н. М.	Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic	Саратов: Вузовское образование	2020	http://www.iprbookshop.ru/86701.html
Арясова, Д. В., Аханова, М. А., Овчинникова, С. В.	Имитационное моделирование	Тюмень: Тюменский индустриальный университет	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/101442.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. <https://www.anylogic.ru> – официальный сайт разработчика системы Anylogic (версия 8.9 или более поздняя)
2. <http://simulation.su/ru.html> – официальный сайт Национального общества имитационного моделирования России
3. <http://simulation.su/static/ru-articles-immod-2025.html> – материалы всероссийской научно-практической конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2025.
4. <http://simulation.su/static/ru-articles-immod-2023.html> – материалы всероссийской научно-практической конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2023.
5. <http://simulation.su/static/ru-articles-immod-2021.html> – материалы всероссийской научно-практической конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2021.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

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

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

рабочей программы дисциплины Научно-исследовательская работа в сфере искусственного интеллекта

наименование дисциплины

по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

наименование ОП (профиля): Прикладной искусственный интеллект

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
1	Практический кейс: построение имитационной модели динамики обучения нейронной сети с адаптивной регуляризацией Контекст задачи В глубинном обучении важно балансировать между переобучением (overfitting) и недообучением (underfitting). Рассматривается нейронная сеть для задачи классификации. Требуется разработать имитационную модель на основе системной динамики, которая: - воспроизводит процесс обучения нейросети; - автоматически изменяет силу регуляризации в зависимости от динамики ошибок; - визуализирует ключевые петли обратной связи. Данные для работы: - среда разработки AnyLogic; - архитектура: полносвязная сеть (2 скрытых слоя); - функция потерь: кросс-энтропия; - оптимизатор: SGD с моментом. Переменные модели Уровни (накопители): <code>train_loss</code> — ошибка на обучающей выборке; <code>val_loss</code> — ошибка на валидационной выборке; <code>regularization_strength</code> (λ) — сила регуляризации (изменяется во времени); <code>model_complexity</code> — условная «сложность» модели (зависит от λ). Потоки: <code>loss_reduction</code> — скорость снижения ошибки (зависит от градиента и λ); <code>overfitting_rate</code> — разница между <code>train_loss</code> и <code>val_loss</code>; <code>lambda_adjustment</code> — изменение λ на основе <code>overfitting_rate</code>. Параметры: <code>initial_lambda</code> = 0.01 (начальная сила регуляризации); <code>learning_rate</code> = 0.001 (скорость обучения); <code>patience</code> = 5 (количество эпох без улучшения <code>val_loss</code> до активации регуляризации). Функции: <code>adaptive_lambda(overfitting_rate)</code> — правило изменения λ: если <code>overfitting_rate > threshold</code> → увеличить λ; иначе → уменьшить λ. Петли обратной связи Негативная петля (стабилизация): Рост <code>overfitting_rate</code> → Увеличение <code>regularization_strength</code> → Снижение <code>model_complexity</code> → Уменьшение <code>overfitting_rate</code>. Позитивная петля (переобучение): Снижение <code>train_loss</code> быстрее, чем <code>val_loss</code> → Рост <code>overfitting_rate</code> → Задержка в корректировке λ → Усиление переобучения.
2	Практический кейс: имитационная модель работы чата поддержки с ИИ-ассистентом Контекст задачи: для настройки и оптимизации работы онлайн-чата поддержки, где сначала запрос обрабатывает ИИ-ассистент (на базе NLP), а при сложной проблеме передаёт оператору, требуется разработать дискретно-событийную имитационную модель, которая: воспроизводит процесс «приход запроса → обработка ИИ → передача оператору → ответ → закрытие»;

5. позволяет тестировать разные настройки ИИ и оптимизировать число операторов;
6. визуализирует ключевые показатели эффективности чата поддержки.

Данные для работы:

- среда разработки AnyLogic;
- события в модели:
 - 1) приход нового запроса (интервал между запросами — случайный, например, экспоненциальный с $\lambda = 4$ запроса/час);
 - 2) анализ запроса ИИ (время: 5–15 секунд);
 - 3) решение ИИ (успех/неудача, вероятность успеха — параметр);
 - 4) передача оператору (если ИИ не справился);
 - 5) обработка оператором (время: нормально распределённое, $\mu = 4$ мин, $\sigma = 1$ мин);
 - 6) закрытие обращения (фиксация времени ответа);
 - 7) выход из очереди (если время ожидания > 10 мин — клиент уходит).

Ключевые переменные и параметры

Состояния системы:

`queue_length` — длина очереди запросов;
`ai_success_rate` — доля запросов, решённых ИИ;
`avg_response_time` — среднее время ответа;
`operator_utilization` — загрузка операторов (%);
`abandoned_requests` — число ушедших из-за долгого ожидания.

Параметры:

`arrival_rate` = 4 запроса/час (интенсивность потока);
`ai_success_prob` = 0.6 (60% запросов решает ИИ);
`max_wait_time` = 10 мин (максимальное время ожидания);
`num_operators` = 3 (число операторов);
`service_time_operator` ~ $N(4, 1)$ мин (время обработки оператором).

Правила работы модели

Если запрос пришёл:

добавляется в очередь;
 сразу передаётся ИИ на анализ.

ИИ обрабатывает:

с вероятностью `ai_success_prob` решает запрос за 5–15 сек;
 иначе передаёт оператору.

Оператор берёт запрос из очереди:

если есть свободный оператор;
 время обработки — `service_time_operator`.

Если время ожидания $> \text{max_wait_time}$:

запрос удаляется из очереди;
 фиксируется как «ушедший».

3 Практический кейс: агентная модель «умной» системы полива сада с ИИ-контроллером

Контекст задачи: для проектирования автоматизированной системы полива садового участка с ИИ-контроллером, который анализирует данные с датчиков влажности и принимает решение о необходимости и объеме полива, требуется разработать агентную имитационную модель, которая:

7. учитывает пространственную привязку (план участка);
8. позволяет учесть разные нормы потребления воды для разных типов растений (цветок, куст, дерево, газон);
9. позволяет сравнить различные сценарии полива (полив по расписанию, полив только по необходимости, полив в условиях засухи (повышенное потребление воды) и др.).

Данные для работы:

- среда разработки – AnyLogic;
- пространственная привязка и нормы потребления воды для разных типов растений. Участок размером 40×40 м разбит на сетку 10×10 м (всего 16 ячеек). Каждая ячейка имеет идентификатор по принципу «буква цифра» (строки A, B, C, D; столбцы 1, 2, 3, 4). Нормы расхода воды и частоты полива приведены в таблице.

Зона	Ячейки	Тип растений	Площадь (м²)	Расход за цикл (л)	Частота полива
1	A1, A2	Цветы	200	120	Каждые 2 дня
2	B1, C1	Кустарники	200	180	Раз в 3 дня
3	C2, D2, D3	Деревья	300	480	Раз в 5 дней
4	B2, B3, C3	Газон	300	200	Ежедневно

- синтетические данные, имитирующие показания датчиков в реальном времени.

Агенты: `Plant`, `Sensor`, `IrrigationController`

Агенты-растения (40 единиц):

- тип: цветок, куст, дерево, газон (разные нормы потребления воды);
- параметр `влажность_почвы` (текущий уровень);
- порог «стресса» (при низкой влажности сигнализируют о поливе);
- скорость потребления воды (зависит от типа и температуры).

Агенты-датчики влажности (1 на 5 растений):

- измеряют влажность_почвы каждые 30 мин;
- передают данные контроллеру;
- могут давать сбой (вероятность 2%).

Агент-ИИ-контроллер:

- получает данные от датчиков;
- прогнозирует потребность в поливе (на основе погоды, типа растений, истории полива);
- принимает решение (включать полив или нет);

Правила поведения агентов

Растение:

Потребляет воду (уменьшает `влажность_почвы`).

При `влажность_почвы < порог` → отправляет сигнал «нужно полить».

При поливе → увеличивает `влажность_почвы`.

Если долго без полива → переходит в состояние «стресс».

Датчик влажности:

Каждые 30 мин измеряет `влажность_почвы` в зоне.

Передаёт данные контроллеру.

С вероятностью 2% даёт ложное значение.

ИИ-контроллер:

Собирает данные с датчиков.

Анализирует текущую влажность растений в зоне; прогноз погоды (дождь/жара); историю полива.

Если нужно полить → включает систему на заданное время.

Фиксирует объём использованной воды.

События в модели

Замер влажности датчиком.

Отправка данных контроллеру.

Анализ данных ИИ.

Включение/выключение полива.

Изменение `влажность_почвы` у растений.

Переход растения в «стресс» (если долго без воды).

Сбой датчика.

Стартовые значения ключевых параметров и переменных

Параметры:

`num_plants` = 40 (число растений);

`water_consumption_rate` (зависит от типа: цветы — 0.1 л/ч, кусты — 0.3 л/ч, деревья — 0.5 л/ч, газон — 0.15 л/ч);

`stress_threshold` = 20% от нормы влажности;

`sensor_interval` = 30 мин (частота замеров);

`sensor_error_rate` = 0.02 (2% ошибок);

`rain_probability` = 0.2 (вероятность дождя в день).

Переменные:

`avg_soil_moisture` — средняя влажность почвы;

`water_used` — общий расход воды за сутки;

`stressed_plants` — число растений в стрессе;

`irrigation_events` — количество включений полива;

`efficiency_score` — индекс эффективности (здоровье растений / расход воды).