



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»
в поселке Яблоновском

Кафедра транспортных процессов и техносферной безопасности

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Методические рекомендации
по организации самостоятельной работы студента**

для направления подготовки
08.03.01 Строительство
(для всех форм обучения)



поселок Яблоновский, 2026

УДК 004.89:69
ББК 32.813я73
М-54

Печатается по решению кафедры транспортных процессов и техносферной безопасности (протокол № 4 от 02.12.2025 г.)

Составители: Ягубов Эмин Зафар оглы, заведующий кафедрой транспортных процессов и техносферной безопасности Филиала ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» в поселке Яблоновском, доктор технических наук, доцент

Темрюк Мариет Шамсудиновна, старший преподаватель кафедры транспортных процессов и техносферной безопасности Филиала ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» в поселке Яблоновском

Системы искусственного интеллекта: Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студента для направления подготовки 08.03.01 Строительство – пос. Яблоновский, 2026. – 12 с.

Методические рекомендации составлены в соответствии с требованиями ГОС ВО и раскрывают теоретико-методологические характеристики и способы организации самостоятельной работы студентов, позволяющие более эффективно работать с учебной и научной литературой, критически осмысливать прочитанный и изученный материал по дисциплине «Системы искусственного интеллекта».

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития строительной индустрии характеризуется глобальной цифровизацией, переходом к технологиям информационного моделирования (**BIM/TIM**) и концепциям **Smart City** (Умный город). В условиях экспоненциального роста объемов данных, генерируемых на всех этапах жизненного цикла строительных объектов — от инвестиционного замысла и проектирования до возведения, эксплуатации и последующего демонтажа, — традиционные методы инженерного анализа и управления проектами демонстрируют ограничения эффективности. На первый план выходят технологии интеллектуализации процессов, способные обрабатывать разнородную многомерную информацию в режиме реального времени.

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» (СИИ) в рамках подготовки специалистов строительного профиля является базовым мостом между фундаментальными инженерно-строительными знаниями и передовыми методами компьютерных наук (Computer Science). Настоящие методические указания призваны систематизировать теоретическую базу курса и сформировать у обучающихся прикладные компетенции по интеграции алгоритмов ИИ в инженерную практику.

Внедрение систем искусственного интеллекта в строительную сферу направлено на решение ряда критически важных отраслевых задач:

Автоматизация рутинных процессов проектирования: Переход от классического САПР-черчения к технологиям генеративного дизайна (Generative Design), когда нейросети оптимизируют конструктивные и планировочные решения на основе сотен граничных условий (прочность, инсоляция, стоимость).

Предиктивное управление строительным производством: Анализ больших данных (Big Data) для прогнозирования рисков срыва графиков производства работ, оптимизации логистических цепочек и превентивного управления бюджетом проекта.

Объективизация строительного контроля: Замена субъективного человеческого фактора системами компьютерного зрения (Computer Vision), осуществляющими непрерывный автоматизированный мониторинг качества монтажа конструкций, расхода строительных материалов и соблюдения требований охраны труда по видеопотокам с камер и БПЛА.

Экспертная поддержка принятия решений: Использование интеллектуальных систем, аккумулирующих формальные нормативы (ГОСТ, СП, СНиП) и неформальный эвристический опыт ведущих инженеров-отраслевиков, для технического аудита и дефектоскопии объектов.

Изучение данного курса базируется на понимании того, что искусственный интеллект в строительстве — это не замена инженера, а его высокотехнологичный цифровой ассистент, кратно повышающий производительность труда и минимизирующий вероятность критических ошибок. Методические указания структурированы в соответствии с логикой освоения материала: от генезиса систем ИИ и фундаментальных моделей представления инженерных знаний до архитектур современных искусственных нейронных сетей и принципов построения промышленных экспертных систем.

ЛЕКЦИЯ 1. Цели и задачи курса. Основные этапы и направления исследований в области систем искусственного интеллекта (СИИ)

1. Цели и задачи дисциплины в строительном контексте

Цель курса: Формирование у будущих специалистов компетенций в области разработки, внедрения и эксплуатации интеллектуальных систем для автоматизации проектирования, оптимизации строительного производства и управления объектами недвижимости.

Задачи курса:

Изучение теоретических основ представления знаний и машинного обучения.

Освоение методов интеллектуального анализа данных для решения строительных задач.

Получение навыков интеграции алгоритмов ИИ с технологиями информационного моделирования (**BIM / TIM**).

2. Краткая история и этапы развития ИИ

1. Этап зарождения (1950–1970-е гг.): Появление первых символьных вычислений, доказательство теорем. Написание простых алгоритмов поиска решений.

2. Период экспертных систем (1980-е гг.): Создание коммерческих систем, основанных на правилах «Если... То...». Первые попытки автоматизации расчетов фундаментов и подбора строительной техники.

3. Зима ИИ: Временный спад интереса из-за ограниченных мощностей ЭВМ и нехватки данных.

4. Эпоха Больших Данных и Машинного обучения (с 2010-х гг. по настоящее время): Взрывной рост вычислительных мощностей (GPU), появление глубоких нейросетей, интеграция ИИ во все отрасли, включая Smart City (Умный город) и BIM.

3. Ключевые направления ИИ в строительной индустрии

Генеративный дизайн (Generative Design): Автоматическое создание тысяч вариантов планировочных решений и конструктивных схем зданий на основе заданных ограничений (стоимость, прочность, инсоляция).

Предиктивная аналитика: Прогнозирование сроков и стоимости строительства, оценка рисков срыва поставок материалов.

Компьютерное зрение (Computer Vision): Мониторинг соблюдения техники безопасности на стройплощадке (наличие касок, жилетов) по камерам видеонаблюдения и оценка прогресса работ с помощью БПЛА.

ЛЕКЦИЯ 2. Представление знаний в системах искусственного интеллекта

1. Триада «Данные — Информация — Знания»

Для понимания архитектуры ИИ необходимо четко разграничивать эти понятия:

- **Данные:** Изолированные, необработанные факты или результаты измерений (например: «+250», «B25», «0.15»).
- **Информация:** Данные, связанные с определенным контекстом (например: «Бетон класса B25 имеет прочность 250 кгс/см², коэффициент вариации 0.15»).
- **Знания:** Закономерности, взаимосвязи и правила предметной области, позволяющие решать конкретные задачи и делать выводы (например: «Если прочность бетона ниже проектного класса B25 более чем на 15%, то распалубку несущих конструкций производить запрещено»).

2. Специфика строительных знаний

Знания в строительной сфере носят комплексный, мультидисциплинарный характер. Они делятся на:

- **Формальные:** Тексты ГОСТ, СНиП, СП, сметные расценки, физико-математические уравнения строительной механики.

- **Эвристические (неформальные):** Опыт ведущих инженеров-конструкторов, прорабов и экспертов, накопленный годами практики и не всегда зафиксированный в нормативных документах.

ЛЕКЦИЯ 3. Модели представления знаний

Для интеграции знаний в ЭВМ используются четыре классические модели, адаптированные под строительную специфику.

1. Продукционная модель (Системы правил)

Основана на логических конструкциях вида: **ЕСЛИ** <условие>, **ТО** <действие>.

- *Строительный пример:* **ЕСЛИ** Температура наружного воздуха < -5°C **И** В бетонную смесь не введены противоморозные добавки, **ТО** Необходимо организовать электропрогрев бетона.

2. Семантические сети

Графовая модель, где узлы — это сущности (понятия), а дуги — отношения между ними («является», «входит в состав», «влияет на»).

[Цемент] — (является частью) —► [Бетонная смесь] ◀— (влияет на) — [Прочность]

3. Фреймовая модель

Представление знаний в виде абстрактных шаблонов (фреймов) со слотами, заполняемыми конкретными значениями. Прототип объектно-ориентированного подхода в ВМ.

- *Пример фрейма «Строительный материал»:*
 - Слот 1: Название (значение: Намывной песок)
 - Слот 2: Модуль крупности (значение: 2.1)
 - Слот 3: Поставщик (значение: Карьер Рудный)

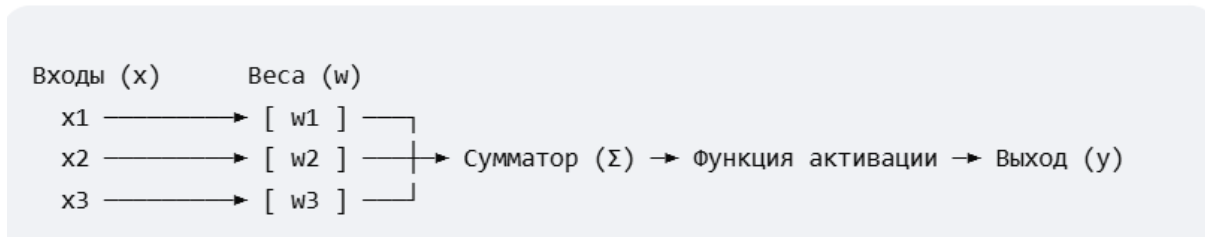
4. Онтологии

Наиболее развитая форма представления знаний. Это явное описание предметной области, включающее классы, свойства и правила логического вывода. Используется для создания единого цифрового пространства, связывающего сметные справочники, каталоги материалов и элементы 3D-моделей.

ЛЕКЦИЯ 4. Нейронные сети. Основы машинного обучения (Machine Learning)

1. Структура искусственного нейрона и перцептрона

Искусственный нейрон имитирует работу биологического. Он принимает входные сигналы x_i (например, марку цемента, водоцементное отношение, дозу добавки), умножает их на веса w_i , суммирует, пропускает через функцию активации (ReLU, Sigmoid) и выдает результат y (прочность бетона на 28-е сутки).



2. Типы обучения

- **Обучение с учителем (Supervised Learning):** Модели подаются исторические данные с известными ответами.

- *Задача регрессии:* Прогнозирование стоимости квадратного метра жилья на основе площади, района и этажности.

- *Задача классификации:* Автоматическое определение типа дефекта на фотографии фасада (трещина, высол, скол).

- **Обучение без учителя (Unsupervised Learning):** Алгоритм ищет скрытые закономерности в массиве данных без готовых размеченных ответов.

○*Кластеризация*: Группировка строительных подрядчиков по уровню надежности на основе их финансовых и операционных показателей.

3. Глубокое обучение (Deep Learning) в строительстве

Применение многослойных сверточных нейросетей (CNN) для анализа графической информации. С их помощью алгоритмы ИИ обрабатывают облака точек лазерного сканирования, автоматически распознавая на стройплощадке, где находится стена, где перекрытие, а где элементы инженерных сетей.

ЛЕКЦИЯ 5. Системы, основанные на знаниях (Экспертные системы)

1. Архитектура Экспертной Системы (ЭС)

ЭС — это компьютерная программа, способная заменить эксперта-человека при решении сложных прикладных задач в узкой предметной области. Она состоит из следующих блоков:

1. **База знаний**: Набор правил, фреймов или онтологий, заложенных инженером по знаниям (когнитологом) совместно со строительными экспертами.

2. **Машина логического вывода**: Алгоритм, который анализирует введенные пользователем факты и на основе Базы знаний выводит логическое решение.

3. **Рабочая память (База фактов)**: Текущие исходные данные о конкретном объекте.

4. **Интерфейс пользователя**: Окно ввода данных и получения рекомендаций.

5. **Модуль объяснений**: Обосновывает пользователю, почему система пришла именно к такому выводу (показывает цепочку сработавших правил).

2. Практическое применение ЭС в строительстве

- **Автоматизация строительной экспертизы:** ЭС анализирует проектные решения на соответствие требованиям градостроительного кодекса и сводов правил (СП).
- **Диагностика технического состояния:** Оценка степени износа конструкций зданий и сооружений на основе ведомости дефектов и выдача рекомендаций (ремонт, усиление, демонтаж).
- **Управление рисками инвестиционных проектов:** Экспертная оценка целесообразности застройки участка земли с учетом экологических, геологических и правовых факторов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Каковы основные предпосылки внедрения систем искусственного интеллекта в современную строительную индустрию?
2. Приведите пример трансформации цепочки «Данные — Информация — Знания» для процесса геодезического контроля планово-высотного положения колонн.
3. В каких случаях при проектировании фундаментов продукционная модель представления знаний уступает фреймовой модели?
4. Сформулируйте правило «ЕСЛИ... ТО» для экспертной системы, контролирующей качество укладки асфальтобетонной смеси.
5. Какую роль играют «веса» (w) в искусственной нейронной сети при решении задачи подбора оптимального состава высокопрочного бетона?
6. В чем разница между обучением «с учителем» и «без учителя» применительно к анализу рынка коммерческой недвижимости?
7. Опишите функции машины логического вывода в экспертных системах технического аудита зданий.
8. **Практический кейс:** Вам поручено разработать концепцию интеллектуальной системы контроля использования средств индивидуальной защиты (каска, страховочные привязи) на высотном объекте. Какую

архитектуру ИИ (модель представления знаний, тип нейросети) вы выберете и какие исходные данные потребуются для обучения системы?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература (Теория ИИ и машинного обучения)

1. **Рассел, С.** Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг ; перевод с английского под редакцией К. А. Птицына. — 4-е изд. — Москва : Вильямс, 2024. — 1440 с. — ISBN 978-5-907573-04-8.

2. **Гудфеллоу, Я.** Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 3-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6.

3. **Григорьев, Ю. А.** Представление знаний в интеллектуальных системах : учебное пособие / Ю. А. Григорьев, А. Н. Ревунков. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 214 с. — ISBN 978-5-7038-5812-7.

Дополнительная литература (Применение ИИ в строительстве и BIM)

4. **Куприянов, Н. С.** Интеллектуальные технологии и автоматизация в строительном производстве : монография / Н. С. Куприянов, Д. В. Топчий. — Москва : Издательство АСВ, 2025. — 198 с. — ISBN 978-5-4323-0490-2.

5. **Талапов, В. В.** Основы информационного моделирования зданий (BIM) и интеграция с системами искусственного интеллекта / В. В. Талапов. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. — 416 с. — ISBN 978-5-9775-1181-0.

6. **Ахмедов, Р. М.** Экспертные системы технического аудита и дефектоскопии строительных конструкций / Р. М. Ахмедов, И. А. Сидоров // Вестник МГСУ. — 2024. — Т. 19, № 4. — С. 512–526.

Нормативно-технические документы и стандарты

7. ГОСТ Р 43.0.7-2023. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Искусственный интеллект. Общие положения. — Москва : Российский институт стандартизации, 2023. — 24 с..

8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 22989-2024. Информационные технологии. Искусственный интеллект. Понятия и терминология. — Москва : Российский институт стандартизации, 2024. — 42 с.