

Трофимов Игорь Максимович

студент

Научный руководитель

Миролюбова Наталия Алексеевна

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «МИРЭА –

Российский технологический университет»

г. Москва

DOI 10.31483/r-153488

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННОМ ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

***Аннотация:** в статье рассматривается вопрос роли искусственного интеллекта в современном инженерном проектировании. Анализируются способы применения интеллектуальных технологий в инженерной деятельности, связанных с ростом сложности технических систем и увеличением объёма проектной информации. Перечислены варианты применения искусственного интеллекта в структуре инженерных задач, основные направления его применения, а также преимущества и ограничения использования интеллектуальных методов. Делается обобщение, что ИИ выступает в качестве инструмента поддержки принятия инженерных решений и дополняет традиционные методы проектирования, не заменяя инженерное мышление.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), инженерное проектирование, интеллектуальные системы, поддержка принятия решений, системный анализ, цифровые технологии.*

Для современного инженерного проектирования типичен рост сложности технических систем, многообразие числа учитываемых параметров и жесткие требования к точности и надёжности проектных решений. Инженеру необходимо анализировать большое количество различных вариантов, учитывать взаимосвя-

зи между элементами системы и прогнозировать поведение проектируемого объекта на различных этапах его жизненного цикла. В таких условиях классические методы проектирования, оказываются недостаточно эффективными.

Стремительное развитие цифровых технологий привело к внедрению методов искусственного интеллекта в инженерную область. ИИ рассматривается как инструмент, способный автоматизировать отдельные этапы проектирования, повысить скорость обработки информации и поддерживать принятие инженерных решений. Использование интеллектуальных алгоритмов позволяет анализировать большие объёмы данных, выявлять скрытые закономерности и формировать рекомендации, которые трудно получить с помощью классических подходов.

Актуальность применения искусственного интеллекта в инженерном проектировании также обусловлена необходимостью снижения временных и ресурсных затрат. На ранних стадиях проектирования ошибки или нерациональные решения могут приводить в дальнейшем к увеличению затрат. Интеллектуальные системы способны использовать накопленные данные и результаты предыдущих проектов для повышения качества проектных решений и уменьшения числа итераций разработки.

В то же время использование искусственного интеллекта в инженерной практике требует осмысленного и критического подхода. Интеллектуальные методы не заменяют инженера, а выступают в роли инструмента поддержки, дополняющего классические инженерные методы. В связи с этим особую актуальность приобретает анализ роли искусственного интеллекта в современном инженерном проектировании, его возможностей, ограничений и места в системе инженерной деятельности.

Целью данной работы является анализ роли искусственного интеллекта в современном инженерном проектировании и выявление его значения как инструмента поддержки инженерных решений на различных этапах проектного процесса. В рамках работы предполагается рассмотреть ИИ как элемент инженерной деятельности, дополняющий традиционные методы проектирования и анализа технических систем.

Для достижения поставленной цели в работе предполагается решение следующих задач:

- рассмотреть инженерное проектирование как объект автоматизации и интеллектуальной поддержки;
- проанализировать основные подходы к применению искусственного интеллекта в инженерных задачах;
- определить место искусственного интеллекта в структуре современного инженерного проектирования;
- рассмотреть основные направления применения интеллектуальных методов на различных этапах проектирования;
- выявить преимущества и ограничения использования искусственного интеллекта в инженерной практике;
- обозначить перспективы развития интеллектуальных технологий в инженерном проектировании.

Объектом исследования в данной работе является процесс инженерного проектирования технических систем в условиях применения современных цифровых технологий. Инженерное проектирование рассматривается как совокупность взаимосвязанных этапов, включающих анализ требований, формирование проектных решений и оценку характеристик создаваемых технических объектов.

Предметом исследования являются методы и подходы применения искусственного интеллекта в инженерном проектировании, а также их влияние на процесс принятия инженерных решений. В данной работе внимание сосредоточено на использовании интеллектуальных технологий для поддержки анализа, оптимизации и прогнозирования характеристик технических систем.

Здесь мы уделяем внимание роли искусственного интеллекта только в вопросе инженерного проектирования, не затрагивая способы программной реализации или алгоритмической сложности интеллектуальных методов.

Основным методом является анализ и обобщение научной и учебной литературы, посвящённой вопросам инженерного проектирования, системного анализа и применения интеллектуальных технологий в технических системах.

В работе применяется метод теоретического анализа, позволяющий рассмотреть ИИ как элемент инженерной деятельности и определить его место в структуре проектного процесса. Используется сравнительный подход для сопоставления традиционных методов инженерного проектирования и интеллектуальных подходов, что позволяет выявить их особенности, преимущества и ограничения.

Также в данной работе используется метод систематизации, направленный на упорядочивание направлений применения искусственного интеллекта на различных этапах инженерного проектирования. Такой подход позволяет сформировать целостное представление о возможностях интеллектуальных технологий без углубления в алгоритмическую реализацию.

Глава 1. Инженерное проектирование как объект автоматизации.

1.1. Понятие инженерного проектирования и его основные этапы.

Инженерное проектирование представляет собой целенаправленный процесс создания технических систем и изделий, включающий формирование требований, разработку проектных решений и оценку их соответствия заданным условиям.

Процесс инженерного проектирования, как правило, начинается с анализа исходных требований и условий, в которых будет функционировать создаваемая система. На этом этапе формируются цели проектирования, определяются ограничения и критерии эффективности, а также проводится предварительная оценка возможных технических решений. Данный этап требует обработки большого объема информации и учёта множества факторов, что делает его трудоёмким и подверженным субъективным ошибкам.

Следующим этапом является разработка концептуального проектного решения, включающего выбор структуры системы, основных компонентов и принципов их взаимодействия. На этом этапе закладываются ключевые инженерные решения, определяющие дальнейший ход проектирования. Далее осуществляется детальное проектирование, в рамках которого уточняются пара-

метры элементов системы, выполняются расчёты и проводится проверка соответствия проектных решений установленным требованиям.

Завершающим этапом инженерного проектирования является анализ и оценка полученного решения, включающая проверку его работоспособности, надёжности и соответствия заданным критериям. Таким образом, инженерное проектирование представляет собой многоэтапный и итеративный процесс, в котором важную роль играет поддержка принятия решений, что создаёт предпосылки для применения интеллектуальных технологий.

1.2. Классические методы инженерного проектирования и их ограничения.

Классические методы инженерного проектирования основываются на использовании аналитических расчётов, нормативных методик и экспертного опыта инженера. Такие подходы на протяжении длительного времени являлись основой инженерной деятельности и обеспечивали создание надёжных и работоспособных технических систем. Однако с ростом сложности проектируемых объектов возможности классических методов становятся ограниченными.

Одним из основных ограничений классического проектирования является высокая зависимость от опыта и субъективных решений инженера. При анализе большого числа параметров и вариантов проектных решений возрастает вероятность ошибок, особенно на ранних этапах проектирования. Кроме того, аналитические методы часто требуют упрощения модели системы, что может снижать точность получаемых результатов.

Другим существенным ограничением является трудоёмкость проектного процесса. Проведение многократных расчётов и проверок требует значительных временных затрат, особенно при необходимости анализа различных сценариев и вариантов конструкции. Это усложняет процесс оптимизации проектных решений и может приводить к увеличению сроков разработки.

Также классические методы проектирования уязвимы для работы с большими объёмами данных и комплексным анализом взаимосвязей между элементами системы. В условиях современной инженерной практики, характеризующейся цифровизацией и накоплением больших массивов информации, возника-

ет необходимость в использовании новых подходов, способных расширить возможности инженера и повысить эффективность проектного процесса.

1.3. Рост сложности инженерных систем.

Современные инженерные системы характеризуются высоким уровнем сложности, обусловленным увеличением числа компонентов, усложнением их взаимосвязей и необходимостью учета множества эксплуатационных факторов. Развитие технологий приводит к созданию многофункциональных технических объектов, в которых механические, электрические, информационные и программные элементы образуют единую систему. Это существенно усложняет процесс инженерного проектирования и повышает требования к качеству принимаемых решений.

Рост сложности инженерных систем проявляется также в увеличении количества параметров, влияющих на их функционирование. При проектировании необходимо учитывать не только конструктивные характеристики, но и условия эксплуатации, требования к безопасности, энергоэффективности и экологичности. В результате инженер сталкивается с задачей анализа большого числа взаимозависимых параметров, что затрудняет применение традиционных последовательных методов проектирования.

Дополнительным фактором усложнения является необходимость прогнозирования поведения инженерных систем на различных этапах их жизненного цикла. Проектные решения должны обеспечивать работоспособность системы не только в номинальных режимах, но и в условиях возможных возмущений, отказов и изменений внешней среды. Это требует учета множества сценариев функционирования, что значительно увеличивает объём аналитической работы.

В условиях роста сложности инженерных систем возникает потребность в инструментах, способных поддерживать процесс анализа и принятия решений. Использование искусственного интеллекта рассматривается как один из подходов, позволяющих обрабатывать большие массивы информации, выявлять скрытые зависимости и помогать инженеру в выборе оптимальных проектных решений.

1.4. Необходимость интеллектуальной поддержки проектных решений.

Рост сложности инженерных систем и увеличение объема информации, используемой при проектировании, делают процесс принятия проектных решений всё более трудоёмким и многофакторным. Инженеру необходимо учитывать большое количество альтернатив, оценивать их соответствие заданным требованиям и прогнозировать последствия принимаемых решений. В таких условиях возрастает риск ошибок и принятия неоптимальных решений, особенно на ранних этапах проектирования.

Интеллектуальная поддержка проектных решений направлена на снижение нагрузки на инженера и повышение обоснованности выбора. Использование искусственного интеллекта позволяет автоматизировать анализ данных, выявлять закономерности и формировать рекомендации, основанные на накопленном опыте и информации о предыдущих проектах. Это способствует повышению качества проектных решений и сокращению времени разработки.

Особую роль интеллектуальная поддержка играет на начальных этапах проектирования, когда формируются ключевые концептуальные решения. На данном этапе последствия ошибок наиболее значимы, а возможности их исправления ограничены. Применение интеллектуальных технологий позволяет рассматривать большее число вариантов и проводить их предварительную оценку без существенного увеличения трудозатрат.

Таким образом, ИИ рассматривается как инструмент, дополняющий традиционные методы проектирования и способствующий более эффективному управлению сложностью современных инженерных систем.

Глава 2. Искусственный интеллект и его место в инженерных задачах.

2.1. Понятие искусственного интеллекта и основные подходы.

ИИ в инженерном контексте рассматривается как совокупность методов и технологий, направленных на решение задач, традиционно требующих участия человека-инженера. К таким задачам относятся анализ информации, поиск и оценка проектных решений, прогнозирование поведения технических систем и поддержка принятия решений. В отличие от классических алгоритмов, методы

искусственного интеллекта ориентированы на работу с неполной, неточной или слабо формализованной информацией.

Одним из базовых подходов к пониманию искусственного интеллекта является представление его как инструмента интеллектуальной автоматизации. В этом случае ИИ не заменяет инженера, а выполняет функции анализа, рекомендации и предварительного отбора решений. Такой подход особенно актуален для инженерного проектирования, где окончательное решение должно приниматься специалистом с учётом технических, экономических и эксплуатационных факторов.

С точки зрения применяемых методов ИИ включает различные подходы, среди которых можно выделить символические методы, основанные на правилах и логических выводах, а также методы, использующие обучение на данных. Каждый из этих подходов имеет свои области применения и ограничения, что определяет целесообразность их использования в конкретных инженерных задачах.

В инженерной практике ИИ рассматривается, прежде всего, как средство расширения аналитических возможностей проектировщика. Он позволяет обрабатывать большие объёмы информации, выявлять сложные зависимости между параметрами системы и поддерживать процесс принятия решений в условиях высокой сложности и неопределённости.

2.2. Классификация методов искусственного интеллекта.

Методы искусственного интеллекта, применяемые в инженерных задачах, могут быть классифицированы по характеру используемых моделей и способу обработки информации. Такая классификация позволяет определить области целесообразного применения интеллектуальных технологий и оценить их возможности при решении задач инженерного проектирования.

Одной из традиционных групп являются символические методы искусственного интеллекта, основанные на формализованных правилах и логических выводах. К ним относятся экспертные системы, использующие базы знаний и наборы правил для формирования рекомендаций. В инженерной практике такие методы применяются для поддержки принятия решений в условиях чётко сфор-

мулированных требований и ограничений, однако они плохо адаптируются к изменениям условий и требуют значительных усилий по формализации знаний.

Другую группу составляют методы, основанные на анализе данных и обучении на примерах. Эти методы позволяют выявлять закономерности в больших массивах информации и использовать их для прогнозирования и оценки проектных решений. В инженерном проектировании они применяются для анализа результатов расчётов, оценки параметров систем и выявления скрытых взаимосвязей между характеристиками технических объектов.

Также выделяются гибридные подходы, сочетающие элементы различных методов искусственного интеллекта. Такие подходы позволяют объединить формализованные знания инженера с возможностями анализа данных, что повышает гибкость и устойчивость интеллектуальных систем. В инженерной практике гибридные методы рассматриваются как наиболее перспективные, поскольку они учитывают как экспертный опыт, так и результаты обработки данных.

Таким образом, классификация методов искусственного интеллекта позволяет рассматривать их не как универсальное средство, а как набор инструментов, применяемых в зависимости от характера инженерной задачи и условий проектирования.

2.3. Отличие искусственного интеллекта от классических алгоритмических методов.

Классические алгоритмические методы, традиционно используемые в инженерном проектировании, основаны на строгой формализации задачи и заранее заданных правилах обработки информации. Такие методы предполагают, что все параметры системы, условия её функционирования и алгоритмы расчёта известны и могут быть однозначно описаны в виде математических моделей или программных алгоритмов. При изменении условий или структуры задачи требуется ручная корректировка алгоритмов и повторная настройка расчётных процедур.

ИИ отличается от классических алгоритмических подходов способностью адаптироваться к изменяющимся условиям и работать с неполной или слабо формализованной информацией. ИИ или точнее- нейронная сеть обучается на

данных, систематизирует накопленный опыт и выстраивает свои модели без прямого вмешательства инженера. Это особенно важно в инженерном проектировании, где многие зависимости между параметрами системы сложно описать аналитически.

Ещё одним существенным отличием является характер получаемых решений. Классические алгоритмы, как правило, обеспечивают строго определённый результат при заданных входных данных. Методы искусственного интеллекта, напротив, часто формируют вероятностные или рекомендательные решения, требующие дополнительной интерпретации и проверки со стороны инженера. В этом смысле ИИ выступает как инструмент поддержки, а не как полностью автономный механизм принятия решений.

Таким образом, различие между искусственным интеллектом и классическими алгоритмическими методами заключается не только в используемых вычислительных подходах, но и в философии применения. ИИ ориентирован на расширение возможностей инженера при работе со сложными и плохо формализуемыми задачами, тогда как классические методы остаются эффективными для строго определённых и хорошо описываемых инженерных расчётов.

Модели в интеллектуальных системах выполняют функцию обобщения информации и выявления закономерностей между параметрами инженерных объектов. Такие модели могут использоваться для прогнозирования характеристик проектируемых систем, оценки эффективности различных проектных решений и выявления потенциальных проблем на ранних этапах проектирования. В инженерной практике модели искусственного интеллекта часто рассматриваются как дополнение к традиционным инженерным моделям, а не их замена.

Таким образом, данные и модели являются ключевыми элементами интеллектуальных систем в инженерном проектировании. Их совместное использование позволяет повысить обоснованность проектных решений и расширить аналитические возможности инженера при работе со сложными техническими системами.

Глава 3. Применение искусственного интеллекта в инженерном проектировании.

3.1. Искусственный интеллект в анализе и оптимизации проектных решений.

В инженерном проектировании ИИ применяется для анализа и оптимизации проектных решений на различных этапах разработки технических систем. ИИ позволяет обрабатывать большое количество проектных параметров и оценивать альтернативные варианты с учётом заданных критериев, таких как надёжность, стоимость и энергоэффективность.

Использование ИИ способствует ускорению поиска оптимальных проектных решений за счёт автоматизированного анализа данных и выявления скрытых зависимостей между параметрами системы. Это особенно важно при работе с многокритериальными задачами, где традиционные методы требуют значительных временных затрат.

Таким образом, ИИ рассматривается как инструмент поддержки оптимизационных процессов, позволяющий повысить качество и обоснованность инженерных решений.

3.2. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений используются в инженерном проектировании для помощи инженеру при выборе оптимальных проектных решений. Такие системы анализируют исходные данные, требования и ограничения, формируют рекомендации, которые упрощают процесс оценки альтернативных вариантов.

Применение ИИ позволяет снизить влияние субъективных факторов и повысить обоснованность принимаемых решений, при этом окончательный выбор остаётся за инженером, что обеспечивает контроль и ответственность за принимаемые проектные решения.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений рассматриваются как важный элемент современного инженерного проектирования, дополняющий традиционные методы анализа.

3.3. Использование ИИ на ранних этапах проектирования.

На ранних этапах инженерного проектирования формируются ключевые концепции, которые в дальнейшем определяют характеристики и эффективность технической системы. Ошибки, допущенные на данной стадии, приводят к значительным временным и ресурсным затратам на последующих этапах разработки. В связи с этим применение искусственного интеллекта на ранних этапах проектирования приобретает особую значимость.

ИИ позволяет анализировать исходные требования и ограничения, а также учитывать данные о ранее реализованных проектах. Это способствует формированию обоснованных рекомендаций по выбору структуры системы и основных параметров, снижая вероятность принятия неэффективных решений.

Таким образом, использование ИИ на ранних этапах проектирования позволяет повысить качество концептуальных решений и сократить число итераций проектного процесса.

3.4. Прогнозирование характеристик и поведения технических систем.

ИИ используется в инженерном проектировании для прогнозирования характеристик и поведения технических систем на различных этапах их жизненного цикла. Интеллектуальные методы позволяют оценивать параметры системы в условиях ограниченной информации и на ранних стадиях разработки, когда детальные расчёты ещё затруднены.

Прогнозирование с применением искусственного интеллекта способствует выявлению потенциальных проблем и оценке рисков ещё на этапе проектирования. Это позволяет инженеру заранее корректировать проектные решения и повышать надёжность создаваемых технических объектов.

Таким образом, применение искусственного интеллекта для прогнозирования расширяет аналитические возможности инженерного проектирования и повышает обоснованность принимаемых решений.

Глава 4. Преимущества и ограничения применения ИИ в инженерной области.

4.1. Преимущества применения искусственного интеллекта в инженерном проектировании.

Использование искусственного интеллекта в инженерном проектировании позволяет повысить эффективность анализа и сократить время разработки технических решений. ИИ обрабатывает большие объёмы данных и автоматизирует рутинные операции, что снижает нагрузку на инженера и ускоряет проектный процесс.

Одним из ключевых преимуществ является возможность рассмотрения большого числа альтернативных вариантов и многокритериальная оценка проектных решений. Это способствует повышению качества и обоснованности выбора, особенно при проектировании сложных технических систем.

Кроме того, применение ИИ позволяет использовать накопленный опыт и данные предыдущих проектов, что повышает повторяемость успешных решений и снижает вероятность ошибок на ранних этапах проектирования.

4.2. Ограничения и риски применения искусственного интеллекта.

Несмотря на значительный потенциал, применение ИИ в инженерном проектировании связано с рядом ограничений и рисков. Одним из ключевых факторов является зависимость качества интеллектуальных решений от исходных данных. Неполные, искажённые или нерепрезентативные данные могут приводить к ошибочным рекомендациям и снижению надёжности проектных решений.

Существенным ограничением является проблема интерпретируемости результатов, получаемых с помощью интеллектуальных методов. Во многих случаях инженер не имеет возможности полностью проследить логику формирования рекомендаций, что усложняет их проверку и применение в ответственных инженерных задачах. Это особенно критично в системах с высокими требованиями к безопасности и надёжности.

Кроме того, использование ИИ требует квалифицированной настройки и контроля со стороны специалиста. Интеллектуальные системы не способны полностью заменить инженерное мышление и должны рассматриваться как

вспомогательный инструмент, применение которого требует осознанного и критического подхода.

Глава 5. Перспективы развития искусственного интеллекта в инженерном проектировании.

5.1. Основные направления развития искусственного интеллекта в инженерии.

Перспективы развития искусственного интеллекта в инженерном проектировании связаны с его более глубокой интеграцией в цифровые инженерные среды. Интеллектуальные методы рассматриваются как средство повышения эффективности анализа и поддержки принятия проектных решений на всех этапах жизненного цикла технических систем.

Одним из ключевых направлений является развитие гибридных подходов, сочетающих классические инженерные модели и интеллектуальные методы анализа данных. Такой подход позволяет учитывать физические закономерности и одновременно использовать преимущества обработки больших объёмов информации.

В дальнейшем ИИ будет рассматриваться не как автономный элемент, а как часть системы «инженер – интеллектуальная технология», усиливающей возможности специалиста при работе со сложными инженерными задачами.

Заключение.

В ходе данной работы была рассмотрена роль ИИ в современном инженерном проектировании. Делается вывод, что рост сложности технических систем и увеличение объёма проектной информации требуют применения новых подходов к принятию инженерных решений. В этом смысле ИИ рассматривается как инструмент, дополняющий традиционные методы инженерного проектирования.

В работе проанализированы основные этапы инженерного проектирования и выявлены ограничения классических подходов, связанные с высокой трудоёмкостью и зависимостью от субъективного опыта специалиста. Определено место ИИ в области инженерных задач, а также основные направления его приме-

нения, включая анализ, оптимизацию и прогнозирование характеристик технических систем.

Уделено внимание преимуществам и ограничениям использования ИИ в инженерной практике. Показано, что интеллектуальные методы способны повысить эффективность проектных процессов и качество принимаемых решений, однако требуют осознанного и критического применения со стороны инженера. ИИ не заменяет инженерное мышление, а выступает в роли средства интеллектуальной поддержки.

Таким образом, применение ИИ в инженерном проектировании представляет собой важное направление развития инженерной деятельности, ориентированное на повышение обоснованности и эффективности проектных решений при сохранении ведущей роли инженера в процессе проектирования.

Список литературы

1. Бершадский А.М. Искусственный интеллект: учебное пособие для вузов / А.М. Бершадский. – М.: Юрайт, 2021. – 256 с.
2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
3. Куликов Г.Г. Системный анализ и принятие решений в инженерных задачах / Г.Г. Куликов. – М.: Машиностроение, 2015. – 312с.