

Оригинальная статья

УДК 626.01: 628.11:004.89

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-86-96>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ОЦЕНКЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ВОДОЗАБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.А. Кадысева^{1✉}, С.В. Максимова²¹ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»; г. Москва, Российская Федерация²ФГБОУ ВО «Тюменский промышленный университет»; г. Тюмень, Российская Федерация¹kadyseva@mai.ru; ORCID: 0000-0001-8703-5684²maksimovasv@tyuiu.ru; ORCID: 0000-0002-51411120

Аннотация. Одним из перспективных направлений является использование искусственного интеллекта при разработке и оценке проектных решений в сфере строительства, в том числе в гидротехническом строительстве. В статье продемонстрировано применение искусственного интеллекта при решении проектных задач в сфере водозаборных комплексов. Для этого были разработаны специализированные промпты для ряда моделей искусственного интеллекта на основе кейсов, представляющих собой типичные задачи для инженера, специализирующегося на проектировании водозаборных комплексов. Анализ полученных ответов позволил выявить сильные и слабые стороны применения искусственного интеллекта в области проектирования водозаборных сооружений. Выявлены ключевые ограничения генеративных моделей искусственного интеллекта в инженерном проектировании: нестабильность качества ответов; отсутствие методологической прозрачности; игнорирование условий промпта. Применение искусственного интеллекта требует многоэтапного экспертного контроля. При этом искусственный интеллект может выступать вспомогательным инструментом для поиска нормативных документов, генерации предварительных решений. Искусственный интеллект повышает эффективность работы инженера, но не заменяет его; без экспертного сопровождения использование моделей искусственного интеллекта вызывает высокие риски ошибок.

Ключевые слова: гидротехническое строительство, водозаборные комплексы, искусственный интеллект, запрос, проектные решения, насосная станция, промпт-инжиниринг

Формат цитирования: Кадысева А.А., Максимова С.В. Использование искусственного интеллекта при разработке и оценке проектных решений водозаборных комплексов. Природообустройство. 2026;Т.19(4):86-96. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-86-96>

Original article

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF DESIGN SOLUTIONS FOR WATER INTAKE COMPLEXES

A.A. Kadyseva^{1✉}, S.V. Maksimova²¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting”, Moscow, Russian Federation²Industrial University of Tyumen, Volodarskogo, 38, Tyumen, 625000, Russia¹kadyseva@mai.ru; ORCID: 0000-0001-8703-5684²maksimovasv@tyuiu.ru; ORCID: 0000-0002-51411120

Abstract. One promising area is the use of artificial intelligence in the development and assessment of design solutions in construction, including hydraulic engineering. The article demonstrates the application of artificial intelligence in solving design problems in the field of water intake complexes. To this end, specialized prompts were developed for a number of artificial intelligence models based on case studies representing typical tasks for an engineer specializing in the design of water intake systems. An analysis of the responses received allowed us to identify the strengths and weaknesses of using artificial intelligence in the design of water intake structures. Key limitations of generative models of artificial intelligence in engineering design have been identified: instability of response quality; lack of methodological transparency; ignoring prompt conditions. The use of artificial intelligence requires multi-stage expert review. At the same time, artificial intelligence can serve as an auxiliary tool for searching regulatory

documents and generating preliminary decisions. Artificial intelligence improves engineers' efficiency, but it does not replace them; without expert guidance, the use of AI models carries a high risk of errors.

Keywords: hydraulic engineering, water intake complexes, artificial intelligence, prompt, design solutions, pumping station, prompt-engineering

For citation: Kadyseva A.A., Maksimova S.V. The use of artificial intelligence in the development and assessment of design solutions for water intake complexes. *Prirodoobustrojstvo*. 2026;19(4):86-96. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-86-96>

Введение. Несмотря на относительно недавнее начало активного применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в России, текущая динамика их распространения характеризуется стремительным охватом широкого спектра отраслей компаний [1]. Процесс внедрения вышел за рамки экспериментальных пилотных проектов в отдельных высокотехнологичных секторах и приобретает массовый характер, становясь элементом стратегического развития для компаний различных масштабов.

Данная тенденция подтверждается растущей популярностью ИИ на уровне индивидуального потребления и профессиональной деятельности. Наблюдается устойчивый рост частоты обращения пользователей к системам на основе ИИ для решения разнообразных задач – от оптимизации повседневных бытовых процессов до сложных аналитических и креативных задач в профессиональной среде [2]. Этот феномен свидетельствует не только о повышении доступности технологий, но и о формировании новой цифровой культуры взаимодействия с интеллектуальными системами.

Согласно ряду исследований, ИИ выступает в роли мощного катализатора парадигмальных изменений в профессиональных сферах, трансформируя сами принципы организации труда, методологию принятия решений и требования к компетенциям специалистов [3]. Он инициирует переход от традиционных, зачастую линейных, процессов к адаптивным, data-driven моделям работы, где прогнозная аналитика и интеллектуальная оптимизация становятся основой для стратегического планирования и операционной деятельности.

Ключевые преимущества внедрения ИИ в инженерно-техническую деятельность связаны с существенным повышением операционной эффективности за счет автоматизации рутинных операций, ускорения проектных процессов и оптимизации затрат. Одновременно с этим отмечается значительное улучшение качества результатов работы благодаря возможностям точного анализа больших данных, комплексному учету множества параметров и раннему выявлению

потенциальных проблем [4]. Способность ИИ-систем к постоянному обучению и развитию трансформирует их функциональные возможности и области применения. В этой связи инженерное мышление должно быть ориентировано на опережающее прогнозирование подобных изменений и создание адаптивных решений, соответствующих будущим реалиям технологического развития [5]. Влияние ИИ носит всеобъемлющий характер, преобразуя ключевые сферы общественной жизни, включая экономику, образование и профессиональные практики [5].

На основе анализа актуальных исследований и технологических разработок можно выделить следующие перспективные направления применения ИИ в инженерной сфере: машинное обучение (ML), глубокое обучение (DL), компьютерное зрение (CV), роботизированные системы для инспекции и мониторинга, а также генеративный ИИ для оптимизации и поиска проектных решений [6, 7].

Однако распространение ИИ в инженерной практике сталкивается с рядом существенных барьеров. Одним из ключевых вызовов является сложность формирования качественных, репрезентативных и стандартизированных наборов данных (датасетов), необходимых для эффективного обучения моделей [8]. Кроме того, любой результат, полученный с помощью нейросетевой модели, требует обязательной независимой верификации и экспертной проверки квалифицированными специалистами. Необходимость такого контроля обусловлена рядом факторов: потенциальными ошибками в формулировке входного запроса, ограничениями, заложенными в этапе предварительного обучения модели, или недостаточным объемом и разнообразием обучающих данных [3].

В контексте глобальной цифровой трансформации инженерной отрасли искусственный интеллект (ИИ) становится инструментом, позволяющим помочь с расчетами, оптимизацией ресурсов и увеличению надежности сложных инфраструктурных систем [9].

Водозаборные комплексы (ВЗК), выполняющие функции забора, очистки и подачи воды,

представляют собой сложные технологические системы, проектирование которых требует междисциплинарного подхода с участием гидрологов, геологов, экологов, экономистов и социологов.

В статье ставится цель исследовать, насколько современные приложения искусственного интеллекта способны принимать инженерные решения, а также обосновать, в какой мере можно полагаться на их результаты при отсутствии у пользователя специализированных профессиональных компетенций.

Материалы и методы. Для реализации целей исследования был использован комплексный методологический подход, объединяющий теоретический анализ, систематизацию полученных данных и сравнительный анализ результатов.

ИИ был использован для решения двух кейсов из области проектирования элементов водозаборного комплекса. Запросы (промпты) были созданы для следующих публично доступных версий сервисов: *Алиса AI*, *Giga chat*, *Deep-Seek*, *Perplexity AI*, которые относятся к большим языковым моделям (LLM, Large Language Model) (дата обращения 14.01.2026). Под запросом (prompt) понимается инструкция или вопрос к ИИ, входные данные, по которым будет происходить генерация ответа. Запрос может представлять собой сложную инструкцию с тренировочными наборами данных (training dataset). Для взаимодействия с ИИ важно формировать навык формулирования запросов – промпт-инжиниринг [10].

Промпты строились по единому шаблону из пяти блоков: назначение роли (инженер-проектировщик гидротехнических сооружений); исходные данные кейса в форме, приближенной к проектной и изыскательской документации; перечень нумерованных подзадач; требование опираться на действующие нормативные документы Российской Федерации; требование к форме представления результата. Для всех четырех сервисов формулировки были идентичными, что обеспечивает сопоставимость оценок. Ответы фиксировались путём экспорта или копирования текста и хранятся в архиве авторов.

Итоговым формулировкам предшествовала пилотная серия, в которой для каждого кейса проверялись четыре типа промптов: минимальный вариант (без роли, нормативных требований и формы ответа); нормативно-ориентированный (с указанием роли, исходных данных и требованием нормативного обоснования); пошаговый (с явной последовательностью инженерных действий); диалоговый (каждая подзадача

оформлялась отдельным сообщением с контрольными вопросами к модели).

Краткие формулировки дали наибольший разброс структуры ответов: часть сервисов ограничивалась общими рекомендациями без расчётов и нормативных ссылок, что делало оценку невозможной. Пошаговые и диалоговые запросы повышали полноту, но одновременно подсказывали модели последовательность действий и требовали от пользователя способности распознать ошибку в промежуточном ответе, что противоречит цели исследования. В итоге был принят нормативно-ориентированный промпт единой структуры: он воспроизводит типовое производственное задание, не содержит методических подсказок и обеспечивает одинаковые условия для всех моделей ИИ.

Результаты и обсуждение. Кейс № 1 посвящен проектированию сооружения для забора воды из реки с ярко выраженным весенним половодьем и пониженным стоком в остальные сезоны и включает в себя следующие исходные данные. Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населенного пункта является река с ярко выраженным весенним половодьем, пониженным стоком в остальной период, не пересыхающая и не перемерзающая по всей ширине. Ледовый режим: замерзание в начале ноября, вскрытие в двадцатых числах апреля; местами возможное промерзание русла до дна в отдельные годы. Колебания уровней: абсолютный максимум +1164 см, абсолютный минимум –152 см (амплитуда 13,16 м → большой диапазон уровней). Питание: преимущественно талые воды (>90%), подземное питание незначительно, но достаточно для постоянного стока. Берег: пологий. Годовой объем забора воды: 3504 тыс. м³/год.

В соответствии с нормативными документами необходимо:

1. Определить категорию надежности водозаборного сооружения.
2. Предложить оптимальный тип водозаборного сооружения, подходящего для данных условий; описать конструктивные особенности; указать преимущества применительно к заданным условиям; обозначить потенциальные недостатки и риски.
3. Рассчитать необходимые параметры водозаборного сооружения.

В рамках настоящего исследования анализируется кейс, базирующийся на реальном объекте водопроводной инфраструктуры – водозаборном сооружении, расположенном в городе Ишиме (Тюменская область). Данный объект заслуживает внимания ввиду

длительной (на протяжении нескольких десятилетий) успешной эксплуатации нестандартного инженерного решения, адаптированного к специфическим гидрологическим условиям.

Особенность рассматриваемого водозабора сооружения заключается в необходимости эффективного преодоления значительной разницы уровней воды в источнике водоснабжения. В подобных гидрологических условиях традиционные технические решения зачастую демонстрируют недостаточную функциональность и экономическую целесообразность. Это обстоятельство послужило стимулом для разработки и внедрения альтернативной схемы водозабора, отвечающей как эксплуатационным, так и финансово-экономическим требованиям.

В результате проведения технико-экономического анализа оптимальным вариантом было признано использование понтонного водозабора на базе плавучей насосной станции «Иртыш Комфорт» [11]. Практическое применение данного решения позволило реализовать ряд важных эксплуатационных преимуществ. В частности, система продемонстрировала

высокую адаптивность к сезонным колебаниям уровня воды, обеспечила снижение капитальных затрат на строительство стационарных сооружений, упростила процедуры эксплуатационного обслуживания и предоставила возможность оперативного перемещения водоприёмных устройств в зависимости от текущей гидрологической ситуации.

На основании анализа кейса водозабора сооружения была сформулирована задача по оценке потенциала современных систем искусственного интеллекта в области решения инженерно-технических задач.

Результаты оценки по каждому заданию и каждой модели сведены в таблицу 1. В ней представлены: ответы на части задания с качественной и количественной (по 10-балльной шкале) их оценками. Такой подход позволил не только количественно измерить способности ИИ к работе с технической документацией, но и качественно проанализировать сильные и слабые стороны каждой модели в контексте инженерных задач. В строке таблицы «Оценка» в скобках указан номер части задания (см. табл. 1).

Таблица 1. Оценка результатов выполнения кейса № 1

Table 1. Assessment of the results of case No. 1

Модель ИИ	Ответы на части задания / Оценка по 10-балльной шкале	Комментарий
Алиса AI	1. Согласно СП 31.13330.2021, насосные станции первого подъема для населенных пунктов с населением более 50 000 человек относятся к I категории.	Категория определена верно.
	2. Тип водозабора – ковшовое русловое сооружение с самопромываемым входом. Плюсы: работает при сильных перепадах уровня воды, самоочищается в половодье, адаптировано к шуге. Минусы: требует обслуживания, уязвимо при экстремальных ледовых явлениях, нужно защищать от промерзания.	Верно, но в данном решении не приведено экономическое обоснование.
	3. Расчёты включают: пересчет годового расхода (3504 тыс. м ³ /год) в суточный/часовой; расчёт площади водоприёмных окон и диаметра труб (скорость воды $\geq 0,7$ м/с); учёт шуголедовых рисков; проверку уровней воды (97% для максимальных, 1% для минимальных). Нужны дополнительные данные: гидрография реки, статистика шуги, сведения о грунтах и требования к качеству воды.	Даны рекомендации по расчету, отсутствуют сами расчеты или ссылки на рекомендованную литературу для расчета.
	Оценка: (1) 10 баллов + (2) 5 баллов + (3) 3 балла = 18 баллов	
Гига чат	1. Категория надежности: Водозабор предназначен для хозяйственно-питьевого водоснабжения, следовательно, категория надежности должна быть I категории согласно СП 31.13330 («Водоснабжение»).	Категория определена верно. Но само обоснование неверное. Категория зависит от числа жителей в населенном пункте.
	2. Оптимальное решение – береговой колодец-шахта с каптажем и оголовком. Вода поступает самотёком, оснащена фильтром и защитой от повреждений. Достоинства: круглогодичный забор, экономичность, простота обслуживания. Недостатки: необходимость профилактики фильтров, риск замерзания зимой.	Береговой водозабор для данных условий нерационален.
	3. Выполнен только расчет подачи насосного оборудования.	Неверно, расчеты не соответствуют расчету водозаборного сооружения.
	Оценка: (1) 5 баллов + (2) 0 баллов + (3) 0 баллов = 8 баллов	

Модель ИИ	Ответы на части задания / Оценка по 10-балльной шкале	Комментарий
DeepSeek	1. Водозабор предназначен для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Согласно СП 31.13330, системы водоснабжения населенных пунктов должны относиться к I категории надежности. Это требует обеспечения бесперебойной подачи воды в любых условиях, включая периоды экстремально низких уровней и ледовой обстановки.	Категория определена верно. Но само обоснование неверное. Категория зависит от числа жителей в населенном пункте.
	2. Подрусловой (инфильтрационный) водозабор горизонтального типа (лучевой водозабор) или комбинированный вариант с береговым водоприемным колодцем и самотечными линиями, заложенными в русловых отложениях. Система водозабора состоит из берегового водоприёмного колодца, самотёчных дрен и резервных скважин на пойме/террасе. Колодец размещён на берегу вне зоны льда и быстрого течения; дрены забирают инфильтрационный поток через русловые отложения; скважины обеспечивают резерв в маловодный период. Основные преимущества: устойчивость к колебаниям уровня воды за счёт забора из подруслового потока; защита от ледовых воздействий (дрены ниже зоны промерзания); предварительная фильтрация воды через грунт; стабильность подачи в маловодный период; высокая надёжность (ремонт лучей без остановки водозабора). Ключевые недостатки: высокая стоимость строительства; сложность ремонта дрен; зависимость от наличия фильтрующих русловых отложений; риск загрязнения подруслового потока при загрязнении реки. Альтернативные типы водозаборов не подходят: береговой – из-за пологого берега и большой амплитуды уровней; русловой – из-за уязвимости к льду и необходимости сложных конструкций; отдельные скважины на пойме – из-за недостаточного дебита и падения производительности в межень.	Частично верный, дано описание конструкции, приведены недостатки других конструкций.
	3. Выполнено определение расчетных расходов. Для обеспечения часового расхода требуется ≈ 520 п. м дрен при удельном дебите $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ на метр. Планируется 6 лучей (5 рабочих, 1 резервный) длиной по 110 м. Береговой колодец диаметром 6,0 м; глубина – ниже отметки промерзания, нижняя отметка на 4-6 м ниже минимального уровня реки для безнапорного поступления воды. Резервные скважины: общая производительность – $234 \text{ м}^3/\text{ч}$ (30% от расчётного расхода). При дебите одной скважины $30\text{-}40 \text{ м}^3/\text{ч}$ необходимо 6-8 скважин на речной террасе.	Даны краткие данные. Нет ссылок на методику расчета.
	Оценка: (1) 5 баллов + (2) 7 баллов + (3) 5 баллов = 17 баллов	
Perplexity AI	1. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения из поверхностного источника с годовым объемом 3504 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$ (суточный расход $\sim 9,6$ тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$, или $\sim 0,11 \text{ м}^3/\text{с}$) водозабор относится к I категории надежности по СП 31.13330, так как это питьевое снабжение и объем соответствует системам для населенных пунктов свыше 50 тыс. человек	Категория определена верно.
	2. Бездонный береговой колодец оптимален для пологого берега, амплитуды уровней 13,16 м и половодья. Железобетонная конструкция без дна (глубина 10-15 м ниже мин. уровня –152 см), 2-3 отсека с перемычками, решетки (ячейка 20-30 мм), донные воронки, подвижные насосы. Преимущества: стабильный забор в межень за счет подземного притока (не перемерзает), защита от половодья/льда, низкие эксплуатационные затраты. Недостатки: засорение наносами, локальное промерзание, вибрация насосов.	Ответ неверный.
	3. Выполнено определение расчетных расходов. Глубина колодца: 12-15 м ниже мин. уровня (–152 см от условного нуля). Площадь сечения: $\sim 100\text{-}200 \text{ м}^2$ (для скорости $< 0,3 \text{ м/с}$ при $Q=0,9 \text{ м}^3/\text{с}$, ширина 10-15 м). Отметки: низ воды при 97% обеспеченности (+5-10 см над мин.), верха при 1% обеспеченности (пол +1 м над макс. 1164 см).	Присутствуют расчеты очень поверхностные, даны ссылки на сайты со шпаргалками для студентов
	Оценка: (1) 10 баллов + (2) 0 баллов + (3) 2 балла = 12 баллов	

В представленном сравнительном анализе моделей искусственного интеллекта по задаче проектирования водозаборного сооружения оценены три ключевых аспекта: определение категории надежности, выбор типа сооружения и расчет параметров. Все модели ИИ корректно определили I категорию надежности в соответствии с СП 31.13330, что обусловлено назначением для хозяйственно-питьевого водоснабжения и объемом забора 3504 тыс. м³/год, эквивалентным системам для населенных пунктов свыше 50 тыс. человек.

Существенные различия проявились при анализе второго критерия – выбора и обоснования типа водозаборного сооружения. Модель *DeepSeek* предложила подрусовой (лучевой) водозабор с береговым колодцем и дренами, представив развёрнутое обоснование его преимуществ: устойчивость к колебаниям уровня воды (свыше 13 м), защита от ледовых воздействий, предварительная фильтрация через грунт, возможность ремонта без остановки водозабора. Кроме того, модель аргументированно отвергла альтернативные варианты (береговой, русловой, пойменные скважины), указав на их недостатки в заданных условиях. По данному критерию *DeepSeek* получила 7 баллов, уступив другим моделям лишь из-за недостаточной проработки экономического сравнения вариантов.

Модель *Алиса AI* предложила ковшовый русловой водозабор с самопромывающимся входом, учтя работу при перепадах уровня и шуге, однако не привела экономического обоснования и не раскрыла риски при экстремальных ледовых явлениях, что снизило оценку до 5 баллов. Модели *Giga chat* и *Perplexity AI* рекомендовали технически нерациональные решения (береговой колодец-шахта и бездонный береговой колодец соответственно), не соответствующие условиям пологого берега и амплитуды уровней более 13 м; обе получили по 0 баллов за данный блок.

В расчётной части (*третий критерий*) *DeepSeek* продемонстрировала наиболее полные и логически связанные результаты: приведены годовой, суточный и часовой расходы с учётом коэффициентов неравномерности, рассчитаны длина дрен (520 п. м) и количество лучей (6), указаны диаметр (6 м) и глубина заложения колодца, а также параметры резервных скважин. Тем не менее, отсутствие ссылок на нормативные методики расчётов ограничило оценку 5 баллами. *Алиса AI* перечислила необходимые расчёты, но не выполнила их, получив 3 балла. *Perplexity AI* представила поверхностные вычисления с сомнительными источниками («шпаргалки для

студентов»), заработав 2 балла. *Giga chat* допустил ошибки в учёте коэффициентов и не связал расчёты с конструкцией, получив 0 баллов.

На основании проведённого анализа можно заключить, что среди исследованных моделей *DeepSeek* наиболее пригодна для предварительной проработки проектных решений в области водозаборных сооружений, однако требует обязательной верификации расчётов по нормативным методикам. *Алиса AI* может использоваться для проверки соответствия базовым требованиям СП 31.13330, но нуждается в контроле инженерных предложений. Модели *Giga chat* и *Perplexity AI* в текущем виде не обеспечивают достаточного уровня достоверности для применения в критически важных инженерно-технических задачах. Для повышения надёжности результатов рекомендуется комбинировать ответы нескольких моделей с последующей экспертной оценкой и использованием специализированного расчётного программного обеспечения.

В кейсе № 2, представляющем собой задание для проверки решений, принятых при проектировании водозаборного комплекса, подающего воду в систему водоснабжения населенного пункта, в котором проживает 63 тысячи человек, подобран один рабочий насос марки 1Д500-636 с частотой вращения 1450 об/мин. Один резервный насосный агрегат той же марки установлен в машинном зале и еще один хранится на складе. Требуемые значения: подача 882 м³/час, напор 25 метров.

Необходимо в соответствии с нормативными и справочными документами:

1. Определить категорию насосной станции первого подъема по степени обеспеченности подачи воды;

2. Проверить правильность подбора марки насоса по подаче и напору.

3. Проверить правильность назначения количества рабочих и резервных насосных агрегатов.

Для оценки способностей моделей ИИ к анализу текстовой составляющей проектной документации в исходные данные было заложено несколько ошибок. Неверно подобрана марка насоса, который при подаче в оптимальной режимной точке 400 м³/час не может обеспечить требуемое значение подачи. Подбран всего один рабочий насос для насосной станции первой категории по степени обеспеченности подачи воды, хотя в примечании 2 к таблице 24 СП 31.13330.21 указано, что количество рабочих агрегатов одной группы для такой должно быть не менее двух [12]. Назначено неверное количество резервных насосов: вариант с одним

агрегатом в машинном зале и одним агрегатом на складе допускается для насосных станций второй категории, на которых установлено более 6 рабочих агрегатов одной группы. Оценка каждой части задания проводилась по 10-балльной шкале. В строке таблицы «Оценка» в скобках указан номер части задания (табл. 2).

Практически верно на все вопросы кейса № 2 модель ИИ «Perplexity AI» ответила верно, не справившись только с обоснованием вывода по выбранной марке насоса. Остальные исследуемые модели ИИ ошиблись при ответе на вопрос по достаточности количества резервных насосных агрегатов, нормативные требования по которому приведены в таблице 24 СП 31.13330.2021 и зависят от двух факторов: количества рабочих агрегатов одной группы и категории по степени обеспеченности подачи воды [12].

Только модель ИИ «DeepSeek» предложила помощь в подборе насосного оборудования, которое удовлетворяло бы требованиям по ключевым параметрам: подаче и напору. Было предложено три варианта подбора насосов.

В первом варианте ИИ предложил: использовать два насоса 1Д500-636, установив их параллельно; для выхода на требуемые параметры ($882 \text{ м}^3/\text{ч}$ при 25 м) потребуется регулирование работы насоса: дросселирование или установка частотного преобразователя для снижения скорости вращения. Анализируя только значения подачи и напора, указанные в таблице каталога насосов двустороннего входа, ИИ «DeepSeek» предположил, что суммарная подача в этом варианте составит около $800 \text{ м}^3/\text{ч}$, а также при совместной работе напор в системе повысится, и каждый насос будет работать с подачей меньше

Таблица 2. Оценка результатов выполнения кейса № 2

Table 2. Assessment of the results of case No. 2

Модель ИИ	Ответы на части задания / Оценка по 10-балльной шкале	Комментарий
Алиса AI	1. Согласно СП 31.13330.2021, насосные станции первого подъема для населенных пунктов с населением более 50 000 человек относятся к I категории.	Категория определена верно.
	2. Подобранный насос не соответствует требуемым параметрам, так как: подача существенно ниже требуемой ($270 < 882$); напор также недостаточен ($20 < 25$). Вывод: заменить насос 1Д500-636 на модель с подходящими параметрами подачи и напора.	В целом, вывод верный, но сравниваемые подача $270 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 20 м соответствуют частоте вращения 980 об/мин, а не 1450 об/мин.
	3. В насосных станциях I категории при количестве рабочих агрегатов до 6 штук требуется 2 резервных агрегата. В данном случае есть только один резервный насос в машинном зале, а ещё один хранится на складе, что не соответствует нормативу. Таким образом, количество насосных агрегатов подобрано неправильно. Для соответствия требованиям необходимо: увеличить количество рабочих насосов до двух; добавить ещё один резервный насос, чтобы их общее количество составило два.	Ответ верный.
	Оценка: (1) 10 баллов + (2) 5 баллов + (3) 10 баллов = 25 баллов	
Гига чат	1. По СП 31.13330.2021 пункт 5.1.1 установлено следующее правило категоризации насосных станций по числу жителей: насосные станции, обслуживающие населённые пункты с численностью населения свыше 50 000 человек, относятся к I категории надёжности. Насосная станция относится к I категории надёжности электроснабжения.	Пункта 5.1.1 в СП 31.13330.2021 не существует. Категоризация систем водоснабжения устанавливается в п. 7.4. Между категорией электроснабжения и категорией по степени обеспеченности подачи воды связь существует, но то разные понятия.
	2. Возможно изменение частоты вращения либо подбор иного насоса с большей производительностью. Однако исходя из задания, предлагается рассмотреть проблему при неизменной частоте вращения. Вывод: Подбор марки насоса неверен.	Оценка правильности выбора насоса проведена верно.
	3. Минимальное требование гласит, что необходимо два рабочих насоса и один резервный. Следовательно, действующий вариант конфигурации соответствует минимальным нормам, однако рекомендовано наличие ещё одного рабочего насоса для увеличения надежности системы.	Вывод по количеству рабочих насосов верный. Вывод по количеству резервных насосов неверный.
	Оценка: (1) 3 балла + (2) 10 баллов + (3) 5 баллов = 18 баллов	

Модель ИИ	Ответы на части задания / Оценка по 10-балльной шкале	Комментарий
DeepSeek	1. Насосная станция относится к I категории.	Категория определена верно.
	2. Один насос обеспечивает 500 м ³ /ч, что недостаточно для требуемых 882 м ³ /ч. Насос создает напор 44 м, что существенно выше требуемых 25 м. Это может привести к избыточному давлению в сети и необходимости установки регуляторов давления или дросселирования. Вывод: насос подобран неправильно. Необходимо использовать не менее двух насосов параллельно или подобрать другую марку насоса с характеристиками, близкими к требуемым.	Оценка правильности выбора насоса проведена верно.
	3. Количество насосов нарушает нормы: требуется как минимум 2 рабочих + 1 резервный в машинном зале.	Вывод по количеству рабочих насосов верный. Вывод по количеству резервных насосов неверный.
	4. Предложено три варианта подбора насосов (см. ниже).	Один вариант подбора верный.
	Оценка: (1) 10 баллов + (2) 10 баллов + (3) 5 баллов + (4) 5 баллов = 30 баллов	
Perplexity AI	1. Население 63 тыс. → объединённый хоз-питьевой водопровод относится к I категории по степени обеспеченности подачи воды (более 50 тыс. жителей).	Категория определена верно.
	2. Насос 1Д500-63б в каталоге имеет номинальную подачу около 500 м ³ /ч при напоре порядка 63 м, то есть в оптимальной точке он сильно «переподнимает» напор и не дотягивает по требуемой подаче 882 м ³ /ч, даже если работать одному насосу. Следовательно, марка по Q и H подобрана неверно.	Неверное обоснование, так как варианту обточки рабочего колеса «б» в каталоге соответствуют параметры: подача 400 м ³ /ч при напоре 44 м.
	3. Для станции I категории по СП 31.13330.2021 число рабочих агрегатов одной группы должно быть не менее двух; вариант «1 рабочий + 1 в машинном зале + 1 на складе» допускается для II категории при числе рабочих агрегатов более 6, поэтому и по количеству рабочих, и по резервным насосам схема неправильна.	Вывод по количеству рабочих и резервных насосов верный.
	Оценка: (1) 10 баллов + (2) 5 баллов + (3) 10 баллов = 25 баллов	

своей номинальной, что приведет к увеличению индивидуального напора выше 44 м. Построение графика совместной работы и определение параметров рабочей точки при параллельной работе двух насосов 1Д500-63б на систему трубопроводов дает другой результат: подача 1140 м³/ч при напоре 35 м. За попытку предложить варианты подбора оборудования, некоторые из которых оказались верными, можно добавить к итоговой оценке еще 5 баллов.

Кейс № 3 представляет собой типичную задачу по проектированию насосной станции первого подъема. На подготовительном этапе был разработан шаблон расчета, по сути являющийся тренировочным набором данных (training dataset). Объект проектирования – насосная станция первого подъема городской системы водоснабжения, относящейся к первой категории по степени обеспеченности подачи воды. Насосная станция забирает воду из всасывающего отделения берегового колодца и подает ее на водопроводные очистные сооружения. Насосная станция размещена с водозаборным береговым колодцем. Источник водоснабжения – река. Подача насосной станции $Q_{nc} = 1200$ м³/ч. Количество рабочих

насосов принять равным трем. Количество напорных трубопроводов два, материал труб – сталь ГОСТ 10704. Длина напорных трубопроводов 2500 м. Отметка уровня воды в смесителе водопроводных очистных сооружений +77,000 м. Отметки уровней воды во всасывающем отделении берегового колодца составляют при: низшем уровне летней воды +53,600 м; низшем уровне ледостава +53,900 м; высоком уровне воды (паводке) +57,000 м.

Необходимо в соответствии с нормативными и справочными документами:

1. Определить диаметр напорных трубопроводов;
2. Определить напор насосной станции;
3. Подобрать типоразмер насосов, указать их характеристики (использовать насосы двустороннего входа 1Д производства АО «ГМС Ливгидромаш»);
4. Определить количество резервных насосных агрегатов;
5. Результаты представить в табличной форме.

Как и в предыдущих кейсах, для оценки частей задания использовалась 10-балльная шкала (см. табл. 3).

Таблица 3. Оценка результатов выполнения кейса № 3

Table 3. Assessment of the results of case No. 3

Оцениваемая часть задания	Модели ИИ			
	Алиса AI	Гуга чат	DeepSeek	Perplexity AI
1. Определение диаметра напорных трубопроводов	0	5	10	2
2. Определение напора насосной станции	0	3	10	2
3. Выбор типоразмера насоса	2	0	8	2
4. Определение количества резервных насосных агрегатов	10	0	10	0
5. Представление результатов	5	7	8	4
Итого	17	15	46	10

В шаблоне расчета было дано подробное объяснение методики принятия решений там, где это требовалось, приведены расчетные формулы. Несмотря на это, модель ИИ *Алиса AI* полностью игнорировала материалы тренировочного набора данных. Например, гидравлический уклон был просто назначен без обоснования, причем неверно; неверно выбрана из предложенных отметка уровня воды во всасывающем отделении водозаборного сооружения; предложена несуществующий типоразмер насоса: 1Д800-50. В скачанном ответе были недоступны формулы и единицы измерения величин. Обоснованным и верным оказалось только количество резервных насосов.

Гуга чат назначил диаметр напорного трубопровода 500 мм, игнорировав логику ответа из шаблона расчета. ИИ пересчитал скорость, получил 0,82 м/с и сделал вывод о том, что это число находится в пределах от 1 до 3 м/с; воспользовался формулой Дарси-Вейсбаха и указал без всякого расчета значение гидравлического уклона, равное 0,005 (расчетное значение составляет 0,0053). *Гуга чат* не справился с выбором отметок из предложенных вариантов, определением подачи одного насоса, определением типоразмера насоса, назначением резервного количества насосов.

DeepSeek практически полностью следовал логике объяснений из тренировочного набора данных. Снижена оценка за выбор марки насоса, так как требуемым значениям подачи и напора (400 м³/ч при 44 м) почти полностью соответствует другой насос (1Д500-63б), но предложенный типоразмер также может использоваться. При скачивании ответа не сохраняется табличный формат данных, но при этом дается подробное обоснование принятых решений с ориентацией на тренировочный набор данных, поэтому представление результатов оценено в 8 баллов.

Модель ИИ *Perplexity AI* провела вычисления только трех величин: расхода одного трубопровода, подачи одного насоса и геометрического

напора. По остальным частям задания была предложена только схема выполнения расчетов с формулами.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сформулировать обобщённые выводы о применимости современных генеративных моделей искусственного интеллекта в инженерно-технической сфере, в частности – при проектировании водозаборных сооружений. Анализ показал, что, несмотря на определённый потенциал ИИ-систем как вспомогательных инструментов, их автономное использование без экспертного сопровождения остаётся недопустимым.

Во-первых, наблюдается существенная неоднородность качества ответов даже в рамках одной предметной области. Модели демонстрируют разный уровень компетентности: от корректного применения нормативных документов (*DeepSeek*, *Алиса AI*) до технически несостоятельных предложений, противоречащих базовым инженерным требованиям (*Гуга чат*, *Perplexity AI*). Это свидетельствует о нестабильности результатов и невозможности гарантировать достоверность вывода без дополнительной проверки.

Во-вторых, ключевым ограничением является отсутствие у моделей полной методологической прозрачности. Ответы, как правило, не содержат ссылок на нормативные источники или расчётные методики, что делает невозможным верифицировать их корректность исключительно на основе предоставленного текста. Даже при наличии численных результатов отсутствует описание алгоритма их получения, что недопустимо для задач, где ошибка может привести к серьёзным техническим или экономическим последствиям.

В-третьих, модели склонны игнорировать критические контекстные факторы, определяющие выбор инженерного решения. Например, при заданных условиях (пологий берег, амплитуда уровней воды свыше 13 м) некоторые

ИИ-системы предлагали конструкции, неприемлемые в таких гидрологических условиях. Это указывает на недостаточную способность ИИ учитывать комплекс взаимосвязанных параметров, которые специалист воспринимает как обязательные для анализа.

Вместе с тем, исследование подтверждает возможность использования ИИ в качестве вспомогательного инструмента при соблюдении строгих условий. Модели могут быть полезны для быстрого поиска нормативных требований, генерации предварительных вариантов технических решений или расчёта ориентировочных параметров. Однако их применение должно сопровождаться многоэтапным экспертным контролем, включающим проверку: соответствия действующим СП и ГОСТ; учёта специфических условий объекта (рельеф, климат, гидрология); корректности расчётов по утверждённым методикам.

Кроме того, для снижения рисков рекомендуется комбинировать ответы нескольких

ИИ-систем, сравнивая их между собой и выявляя противоречия. Такой подход позволяет минимизировать вероятность принятия ошибочного решения на основе единичного ответа. При этом расчёты, требующие высокой точности (гидравлические, фильтрационные и т.п.), следует выполнять в специализированном инженерном программном обеспечении, а не полагаться на генерацию ИИ.

Таким образом, современные генеративные модели ИИ не заменяют инженера, но могут повысить эффективность его работы при условии чёткой формулировки задачи, многоступенчатой проверки результатов и интеграции с нормативными документами и отраслевыми методиками. Без экспертного сопровождения их использование в проектировании водозаборных сооружений и аналогичных инженерных объектов сопряжено с неприемлемо высокими рисками ошибок, способных привести к нарушению требований безопасности или экономическим потерям.

Список использованных источников

1. Искусственный интеллект в России – 2025: тренды и перспективы // Информационно-аналитический журнал Университетская книга: сайт. URL: <https://www.unkniga.ru/news/issledovanie-iskusstvennyi-intellekt-v-rossii-2025-trendy-i-perspektivy.html>
2. Тележкин В.Ф., Угаров П.А., Девятков М.А. Ультразвуковой нейросетевой комплекс экспресс-контроля качества кирпича // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2025. Т. 11. № 1. С. 77-85. EDN: TSUUPS
3. Присс О.Г., Димитрюк Ю.С. Опыт применения искусственного интеллекта в строительной экспертизе рабочей документации «Конструкции металлические» и «Конструкции металлические детализованные» // Инженерный вестник Дона. 2025. № 2 (122). С. 833-844. EDN: PXRYTY
4. Rane N., Choudhary S., Rane J. Transforming the Civil Engineering Sector with Generative Artificial Intelligence, such as ChatGPT or Bard // SSRN Electronic Journal. 2024. DOI: 10.2139/ssrn.4681718.
5. Шейнбаум В.С., Никольский В.С. Инженерная деятельность и инженерное мышление в контексте экспансии искусственного интеллекта // Высшее образование в России. 2024. Т. 33, № 6. С. 9-27. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-6-9-27. EDN: LRFVIO
6. Nyokum T., Tamut Y. Artificial intelligence in civil engineering: emerging applications and opportunities // Frontiers in Built Environment. 2025. Vol. 11. P. 1622873. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1622873>
7. Khan S. The Application of Artificial Intelligence and Machine Learning in Civil Engineering // Doupe Journal of Top Trending Technologies. 2024. Vol. 1. No. 1. DOI: 10.71063/DJT.TT.2025.1103.
8. Park H., Gu H., Hong S., Choo S. Developing a Robust Training Dataset for AI-Driven Architectural Spatial Layout Generation // Applied Sciences. 2024. Vol. 14. No. 16. P. 7095. <https://doi.org/10.3390/app14167095>
9. Abubakar A.M. Artificial Intelligence Applications in Engineering: A Focus on Software Development and Beyond // Doupe Journal of Top Trending Technologies. 2025. Vol. 1. No. 1. Pp. 1-11. <https://doi.org/10.71063/DJT.TT.2025.1101>

References

1. Artificial Intelligence in Russia – 2025: Trends and Prospects // Information and Analytical Journal University Book: website. URL: <https://www.unkniga.ru/news/issledovanie-iskusstvennyi-intellekt-v-rossii-2025-trendy-i-perspektivy.html>
2. Telezhkin V.F., Ugarov P.A., Devyatov M.A. Ultrasonic neural network complex for bricks express quality control // Bulletin of Science and Education of the North-West of Russia. 2025. V. 11. No 1. P. 77-85. EDN: TSUUPS
3. Priss O.G., Dimitryuk J.S. Experience in the use of artificial intelligence in the construction expertise of the working documentation “Metal structures” and “Metal detailed structures” // Engineering bulletin of the Don. 2025. No 2 (122). P. 833-844. EDN: PXRYTY
4. Rane N., Choudhary S., Rane J. Transforming the Civil Engineering Sector with Generative Artificial Intelligence, such as ChatGPT or Bard. SSRN Electronic Journal. 2024. DOI: 10.2139/ssrn.4681718.
5. Sheinbaum V.S., Nikolskiy V.S. Engineering Activity and Engineering Thinking in the Context of Artificial Intelligence Expansion // Higher Education in Russia. 2024. Vol. 33, No. 6, P. 9-27, doi: 10.31992/0869-3617-2024-33-6-9-27. EDN: LRFVIO
6. Nyokum T., Tamut Y. Artificial intelligence in civil engineering: emerging applications and opportunities. Frontiers in Built Environment. 2025. Vol. 11. P. 1622873. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1622873>
7. Khan S. The Application of Artificial Intelligence and Machine Learning in Civil Engineering. Doupe Journal of Top Trending Technologies. 2024. Vol. 1. No. 1. DOI: 10.71063/DJT.TT.2025.1103.
8. Park H., Gu H., Hong S., Choo S. Developing a Robust Training Dataset for AI-Driven Architectural Spatial Layout Generation. Applied Sciences. 2024. Vol. 14. No. 16. P. 7095. <https://doi.org/10.3390/app14167095>
9. Abubakar A.M. Artificial Intelligence Applications in Engineering: A Focus on Software Development and Beyond. Doupe Journal of Top Trending Technologies. 2025. Vol. 1. No. 1. Pp. 1-11. <https://doi.org/10.71063/DJT.TT.2025.1101>
10. Sokolova M.E. ChatGPT and prompt engineering: on the prospects for the introduction of generative neural

10. Соколова М.Е. ChatGPT и промпт-инжиниринг: о перспективах внедрения генеративных нейросетей в науку // Научно-технические исследования. 2024. № 1. С. 92-109. DOI: 10.31249/scis/2024.01.07. EDN: PRANUV

11. Реконструкция главного водозабора г. Ишим // За-вод «Взлёт»: сайт. URL: <https://www.vzlet-omsk.ru/vypolnennye-raboty/rekonstruktsiya-glavnogo-vodozabora-g-ishim>.

12. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-85*. СП 31.13330.2021. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/142012/>

Информация об авторах

Анастасия Александровна Кадысева, докт. биол. наук, доцент; ORCID: 0000-0001-8703-5684; SPIN-код: 4485-7332; Author ID: 698088; kadyseva@mail.ru

Светлана Валентиновна Максимова, канд. техн. наук, доцент; ORCID: 0000-0002-51411120; SPIN-код: 7626-9213; Author ID: 753376; maksimovasv@tyuiu.ru

networks in science // Scientific Studies. 2024. No 1. pp. 92-109. DOI: 10.31249/scis/2024.01.07. EDN: PRANUV

11. Reconstruction of the main water intake of the city of Ishim // Plant “Vzlet”: website. URL: <https://www.vzlet-omsk.ru/vypolnennye-raboty/rekonstruktsiya-glavnogo-vodozabora-g-ishim>.

12. Water supply. Pipelines and portable water treatment plants. Updated version CC&R2.04.02-85*. 31.13330.2021. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/142012/>

Information about the authors

Anastasia A. Kadyseva, DScs (Bio), Associate Professor; ORCID: 0000-0001-8703-5684; SPIN-code: 4485-7332; Author ID: 698088; kadyseva@mail.ru

Svetlana V. Maksimova, CSs Ph.D. (Eng.), Associate Professor; ORCID: 0000-0002-51411120; SPIN-code: 7626-9213;

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare no conflicts of interest.

Вклад авторов / Contribution of the authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication.

Поступила в редакцию / Received 12.02.2026

Поступила после рецензирования / Received 18.09.2026

Принята к публикации / Accepted 21.09.2026