



DOI: [10.71167/uaceg.2025.580402](https://doi.org/10.71167/uaceg.2025.580402)

Получена: 16.06.2025 г.

Приета: 29.09.2025 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ В СТРОИТЕЛСТВОТО

Л. Здравков¹, Д. Недялков²

Ключови думи: изкуствен интелект, развитие, възможности, приложение, строителство

РЕЗЮМЕ

В последните няколко години изкуственият интелект (ИИ) отбелязва стремглаво развитие. Активно разработван от технологични компании като OpenAI, Google, DeepSeek, Meta, Microsoft, Antropic, xAI, Perplexity, Midjourney и щедро финансиран от частни и държавни инвеститори, той става все по-„умен“ и намира все повече области за приложение. Към настоящия момент най-значимо е влиянието му в комуникациите и интернет, здравеопазването, финансите, роботиката и автоматизацията, изучаването на околната среда. Някак настрана от медийното внимание остава използването на ИИ в строителството, както на етап проектиране, така и в последващите етапи като изграждане и експлоатация на строителни съоръжения, а ИИ навлиза активно и в тази сфера на човешката дейност, въпреки нейната консервативност. В настоящата статия авторите ще се постараят да разкрият, поне отчасти, някои от възможностите за използване на ИИ от строителния бранш в наши дни.

1. Въведение

Създаването на машини, наподобяващи човека и помагачи му в неговата дейност, е отдавнашна човешка мечта, датираща от дълбока древност. Едва напоследък обаче,

¹ Любомир Здравков, доц. д-р инж., кат. „Метални, дървени и пластмасови конструкции“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: zdravkov_fce@uacg.bg

² Данаил Недялков, доц. д-р арх., кат. „Индустиални сгради“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: dned_far@uacg.bg

след създаването на компютрите и задвижващите ги програми, тази мечта добива форма и става част от реалния живот. Нейната реализация е свързана с възходи и падения, но особено интензивен растеж се наблюдава от началото на XXI век до наши дни. Двигател за това са големите технологични компании като OpenAI, Alphabet, DeepSeek, Meta, Microsoft, Anthropic, xAI, Perplexity, Midjourney [1] и финансовите интереси на инвеститорите, които предвиждат нечувано висока доходност от разработване и продажби на ИИ-инструменти. Засега тези прогнози се потвърждават – например компанията OpenAI е оценена през 2024 г. на 157 000 000 000 щатски долара [1]. Усилената работа по ИИ води до неговото „поумняване“, следствие от което е масовото му навлизане в най-различни области – към средата на 2025 г. най-значимо е влиянието му в здравеопазването, финансите, роботиката и автоматизацията, изучаването на околната среда (поне според средствата за масово осведомяване) [2]. В страни от тяхното внимание остава използването на ИИ в строителството, а този бранш също може да се похвали с успешно прилагане на ИИ-модели във всички фази на реализация на строителната продукция – като се започне от проектирането, премине се през изграждането на съоръженията и се завърши с последващ мониторинг по време на тяхната експлоатация.

Основната цел, която авторите са си поставили при написването на настоящата статия, е да запознаят строителната общност с:

- а) кратка история на развитието на изкуствения интелект;
- б) възможности на ИИ към средата на 2025 г.;
- в) области на приложение на ИИ в строителството.

2. Кратка история на развитието на изкуствения интелект

Човешката мечта за създаване на машини, притежаващи разум, съществува от най-дълбока древност. Тя намира своето отражение в най-старите митове и легенди, като например бронзовият гигант Талос, Пигмалион и красивата Галатя, глиненият Голем и др. [3]. По-късно, през Ренесанса, се появяват напълно реални механични играчки, които са можели да се движат, но не са притежавали разум, а в наши дни именно разумът, интелигентността, е основната цел на множество хора, заплени от тази мечта. Счита се, че официалното раждане на изкуствения интелект се е състояло на един летен семинар в *Dartmouth College*, САЩ, през 1956 г. [4]. На него организаторите Джон Маккарти, Марвин Мински, Клод Шанън и Натаниел Рочестър въвеждат термина „изкуствен интелект“ и го определят като независима област за изследване. Повлияни от техния ентузиазъм, в края на 50-те и 60-те години на XX век във Великобритания и САЩ започват да се създават лаборатории за изследване и развитие на ИИ. През 60-те и 70-те години учените в областта смятат, че техните методи бързо ще доведат до създаването на общ изкуствен интелект. През 1965 г. Херберт Саймън прогнозира, че *„До двадесет години машините ще бъдат способни да извършват същите действия, като тези, които и човек може“* [5]. По-късно Марвин Мински се съгласява с него, като пише *„В рамките на едно поколение проблемът със създаването на „изкуствен интелект“ ще бъде до голяма степен решен“*. Въпреки първоначалните високи очаквания, оптимистичните прогнози не се сбъдват. След критики от страна на Джеймс Лайтхил и натиск от Конгреса на САЩ, правителствата на САЩ и Великобритания спират финансирането на изследванията на ИИ. Липсата на средства води до първата „зима на ИИ“ (1974 – 1980 г.). По-късно, в началото на 80-те години, благодарение на успеха на експертните машини и развитието на компютрите в Япония, интересът към

ИИ отново се възражда. Това кара САЩ и Великобритания да възстановят финансирането на изследванията на ИИ. Свивът на т.нар. LISP-машини (компютри, ползващи програмният език LISP, който е вторият най-стар език за програмиране от високо ниво, предпочитан за изследвания в областта на ИИ [6]) води до втората „зима на ИИ“ (1987 – 1993 г.) [4, 5]. Нов подем в областта на ИИ се наблюдава едва в края на ХХ век [7]. Той е подтикнат от нарасналата изчислителна мощ на компютрите, възраждането на интереса към изкуствените невронни мрежи и възникването на достъпни големи масиви от данни (Big Data). Забележително постижение от този период е създаването от IBM на суперкомпютъра Deep Blue, който през 1997 г. успява да победи действащия шампион по шах, Гари Каспаров. Друго събитие от подобен порядък е победата през 2016 г. на разработената от DeepMind, AlphaGo, над световния шампион по Go, Lee Sedol. До тогава се считало, че създаването на подобен програмен продукт е невъзможно поради многовариантността на играта. В по-късната 2020 г. компанията OpenAI пуска на пазара един от най-мощните големи езикови модели, Generative Pre-trained Transformer 3 (GPT-3) [8], на чиято база през ноември 2022 г. от същата компания е пуснат чатбот с ИИ – ChatGPT [9], който за два месеца достига 100 000 000 потребители [4]. Естествено, другите големи технологични компании не закъсняват и в публичното пространство се появяват ИИ-модели като Gemini на Google, Claude на Anthropic, Llama на Meta, Ernie на Baidu, Grok на xAI, Copilot на Microsoft, който първоначално е базиран на чатбота на OpenAI, GPT-4. Подклаждан от медийната шумотевица и вниманието на инвеститорите, в момента се наблюдава истински бум в областта на ИИ – 22 % от всички стартирали през 2024 г. компании твърдят, че са ИИ-компания [4].

3. Възможности на ИИ към средата на 2025 г.

За 69 години, от далечната 1956 г. до наши дни, ИИ-моделите извървяват дълъг път на развитие. Обучавани върху огромни масиви от данни, те използват статистически методи за анализ на данните, чрез които могат да правят прогнози. Големите езикови модели (LLM) раздробяват текста на по-малки единици, наречени „токени“, които биват анализирани. Алгоритмите в ИИ разпознават моделите в текста, на чиято база се правят предположения, но без да се разбира самият текст. Т.е. както казва изследователят в областта, Атахарва Госави: „ИИ-моделите не боравят със завършени идеи – само с вероятности за всеки токен.“ [10]. Тези вероятности се определят от множество тегловни коефициенти, чиито стойности се определят и впоследствие се настройват фино по време на обучението на ИИ-моделите. Независимо, че тези модели всъщност не мислят, а само имитират човешкия ум, те могат да бъдат изключително полезни в разнообразни сфери на човешката дейност. Най-общо казано, към настоящия момент, средата на 2025 г., ИИ-моделите успешно се справят със следните дейности [11]:

Творчество:

- композиране и генериране на музика – ИИ-моделите са обучени върху Musical Instrument Digital Interface (MIDI) файлове от разнообразни източници и в различни стилове и могат да компилират музика в широка палитра от жанрове;
- трансформация на художествен стил от един в друг – ИИ-моделите са способни да разберат модела в стила на едно изображение и после да го приложат към друго;
- стихоплетство;
- писане на програмен код (скриптове).

Обработка на естествен език (NLP):

- създаване на съдържание – големите езикови модели са в състояние да пишат покани, писма, статии, да създават или да коригират програмен код, което ги прави ценни помощници в офиса. Те могат да ни отменят в рутинните дейности в офиса с уговорката, че съдържанието не винаги е точно и задължително трябва да се чете и коригира от човек;
- диалогови системи и виртуални асистенти – генеративни ИИ-модели като Siri, Alexa, Google Assistant използват обработка на естествения човешки език за комуникация с потребителите. Те могат да участват в разговори, да отговарят на въпроси, да изпълняват команди.

Работа с изображения:

- създаване на реалистични изображения – генеративните ИИ-модели се използват масово за създаване на реалистични изображения. Например чрез технологията на Deep Fakes могат да се заменят лицата на хора във видеофилми;
- подобряване на изображенията – въз основа на контекста на околните пиксели, генеративните ИИ-модели могат да прогнозират какви са липсващите части в изображения и да ги запълват.

Компютърно зрение:

- разпознаване на изображения и обекти – ИИ-модели се използват за охранителна дейност, тъй като те могат да разпознават хора и предмети. Тези модели се използват и в медицината за анализ на рентгенови снимки, или пък в производството за контрол на качеството;
- автономни превозни средства – вградените във самоуправляващите се возила ИИ-модели разчитат на компютърно зрение за да могат да „виждат“ препятствията и знаците около тях.

4. Области на приложение на ИИ в строителството

Тук е мястото отново да се подчертае дебело, че към настоящия момент ИИ-моделите всъщност не мислят – те са обучени върху огромни масиви от данни и чрез статистически методи за анализ могат да правят прогнози, т.е. резултатите са „най-вероятни“, а не „истина“. Затова, за да се получат качествени резултати при работата с ИИ, информацията, чрез която е обучаван моделът, също трябва да е качествена. За съжаление, ползвателите на ИИ нямат контрол върху обучаващата информация, което може да доведе до погрешна логика и връзки в ИИ-моделите, а като резултат ще се създадат лоши решения. Поради тази причина е необходима доза критичност към отговорите, които ИИ-моделите ни представят [12]. Въпреки своите несъвършенства, използването на ИИ при проектиране на сгради бързо нараства [13].

4.1. В архитектурното проектиране

Засега ИИ-моделите се използват в архитектурното проектиране най-вече за визуализация [14]. От нея има нужда в две фази на проектиране – в идейната и във

финалната. Когато архитектът има няколко идеи пред себе си и не може да се спре на нито една от тях, с помощта на ИИ-инструменти той може да ги визуализира, което би му помогнало да вземе решение накъде да продължи [15]. С помощта на ИИ-моделите като Midjourney, Archsynth, ReRender AI и др., бързо и лесно могат да бъдат създадени и тествани най-различни варианти в началния етап на проектиране. Именно тук е основното предимство при работата с ИИ – чрез него драстично може да се съкрати срока за генериране на изображения в началния етап. Добре е все пак да се каже, че засега от ИИ-моделите не може да се очаква обвързаност между визията на сградата и нейната функция. Те създават двумерни изображения на къщи и съоръжения, които единствено илюстрират идеите на проектанта, т.е. стават единствено за гледане. Изображенията, които се генерират с ИИ, са уникални, на практика може да се генерират „безброй“ варианти на формата на сградата, с възможности за експерименти с приложените материали, осветление на сцената и характерни детайли на виртуалната камера. Отново трябва да се подчертае, че ИИ генерира форми, материали, осветление и други, използвайки наличните бази данни, т.е. „стъпвайки“ на предходни решения.

Във финалния етап на архитектурното проектиране ИИ-моделите помагат за рекламата на крайния продукт чрез повишаване на качеството на визуализацията на бъдещата сграда, съоръжение или комплекс, разработвани от проектантския колектив.

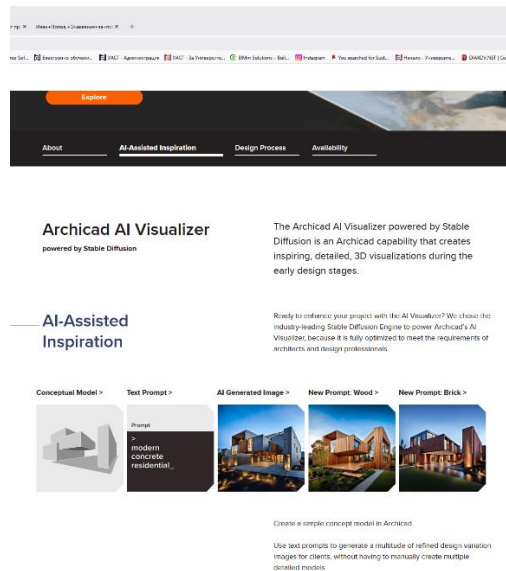
Освен за визуализация, ИИ-моделите след специфично обучение могат да намерят приложение и в изготвянето на схеми и чертежи на различни нива, като [16]:

- градоустройствени планове;
- генерални (ситуационни) планове – оптимално разполагане на сгради и съоръжения върху парцела;
- форма на сграда;
- форми за интериора.

Степенуването от общи (големи) градоустройствени схеми до подробни (малки) форми за интериора, дава възможност за структуриране на база данни за ползване от ИИ и съответното му „обучение“ за тези специфични проектантски проблеми. Трябва да се отбележи, че за прилагането на ИИ в архитектурното проектиране, а в бъдеще и в инвестиционното, трябва да се вземат характерните изисквания към архитектурния проект, които обединяват няколко аспекта – функция, конструкция, естетика, екология и икономичност. Към момента ИИ се ползва предимно за генериране на варианти на форма на сградите и фотореалистични изображения на модели на сгради и ако ще се ползва за целите на архитектурното проектиране, ИИ трябва да се „съобразява“ с всяка една от тези характеристики и трябва да бъде обучаван за тях, за да бъде адекватно използван. Тук е моментът да се отбележи необходимостта от комбиниране на различните варианти на приложение на ИИ-творчество, обработка на естествен език, работа с изображения и добавяне на формална логика, с цел оптимално приложение на ИИ в архитектурното проектиране. Освен необходимостта от големи и подробни бази данни за обучението на ИИ, ще са необходими и добавяне на максимално количество фактори, влияещи на вземането на окончателно решение при изготвяне на архитектурния проект.

За в бъдеще при използване на ИИ в архитектурното проектиране може да се говори за индивидуално обучение на ИИ с ползване на затворена база данни (проектите на дадено проектантско бюро). На основата на съществуващи вече проекти ИИ ще може да генерира нови сходни проекти по друго задание. Отново трябва да се обърне внимание, че ИИ не „чете“ и не разбира логиката на чертежите, а „гледа“ предишните проекти. Това налага предлаганите от ИИ варианти да се контролират от проектантския колектив, най-вече в частта на функционалните разпределения.

Настоящият момент се характеризира с масово използване на строително-информационни модели (СИМ) от архитектурната и инженерната гилдия при изработване на инвестиционните проекти. Цялата необходима информация се извлича от СИМ-модела и включва в себе си необходимите детайли и чертежи, документация за количества – обеми, площи, периметри, брой и тип на мебели за обзавеждане, и друга потребителска информация. В повечето програмни продукти, ползващи СИМ технологията, вече има интегриран ИИ, но на този етап, той служи само за генериране на различни форми на сградата или съоръжението и последвалите визуализации на този модел, вж. фиг. 1.



Фиг. 1. Генератор на изображения в Archicad, базиран на ИИ [17]

4.2. В конструктивното проектиране

Към настоящия момент не може да се говори за истинско конструктивно проектиране, извършвано от ИИ-модели. Не че последните не се използват в тази област, но крайните решения и финалното одобрение все още са на хората и практиката ще остане такава, поне докато не се вземе решение на законово ниво чии са авторските права за създадените с помощта на ИИ проекти и кой носи отговорност за тях. А тук възможностите са:

- а) компанията, създава алгоритъма за ИИ-модела и която го е обучила;
- б) самият ИИ-модел – за да се случи това, последният трябва да бъде признат за личност, която осъзнава последствията от своята дейност;
- в) строителният инженер-конструктор, който е използвал услугите на ИИ-модела.

Актуалните ИИ-инструменти са обучавани върху реални проекти, т.е. те са базирани на опита, знанията, куража и понякога на настроеността на строителните инженери. Това означава следното:

- по подразбиране те повтарят нашите, човешките, добри и лоши черти, откъдето следва, че не е задължително получените чрез ИИ резултати да са идеални [18];

- в случай, че няма данни за конкретни конструктивни проекти, върху които ИИ-моделите да са обучени, използването на ИИ става безпредметно;
- при промяна в нормативните документи, обучените ИИ-модели на база изпълнени по старите норми проекти, стават безполезни.

Към настоящата 2025 г. ИИ-моделите имат следните възможности за изява в областта на конструктивното проектиране:

а) за прогнозиране на количеството бетон и армировка в масивни сгради;

С помощта на ИИ-модели може сравнително точно да се прогнозира количествата бетон и стомана, които трябва да се вложат в конструктивните елементи на монолитни сгради [19]. Тази информация може да се използва в следните фази:

- на фаза идеен проект – за офериране на цена за изграждане;
- на етап премахване на сградата – за управление на строителните отпадъци.

б) за оптимизиране на проекта:

- оптимално разположение и сечение на конструктивните елементи – на база направеното им обучение, заложените в ИИ алгоритми могат да предложат оптималното разположение на вертикалните носещи елементи в план, както и тяхното сечение [20]. Някои от ИИ-моделите позволяват ефективното разполагане на греди, колони и други конструктивни елементи, като се вземат предвид фактори като носимоспособност, нуждите на строителния пазар и специфични изисквания на сградата [21]. Други ИИ-модели успешно предвиждат необходимата дебелина и ширина на вертикални стоманобетонни стени (шайби) [22]. Четвърти ИИ-инструменти са фокусирани върху високи сгради с носеща конструкция от мрежа от диагонали (*diagrid system*). Те оптимизират този тип сгради на следните нива [23] – геометрична форма на сградата, геометрия (растер) на носещата конструкция, сечения на носещите елементи. Друга възможност за използване на ИИ демонстрират софтуерни продукти като *Hooshmand* и *Campbell* [24]. Те са използвали генеративно проектиране (*generative design*), за да оптимизират конфигурацията, формата и размерите на въжени ферми, при което се вземат предвид фактори като напрежения, деформации и загуба на устойчивост. Най-ценното качество на всички описани по-горе ИИ-инструменти е, че те могат драстично да намалят броя на итерациите и времето, необходими за проектиране във фаза Идеен проект;
- мултипараметрична оптимизация – параметри като носимоспособност, допустими повреди, красота, цена, лекота, скорост на изпълнение, често са в противоречие. С помощта на ИИ може да се търси най-добър баланс между тях [25]. Например най-малко количество на вложените материали при най-добро поведение на конструкцията [13].

в) за конструктивен анализ:

- прогностично проектиране – обучените ИИ-модели могат да прогнозираят поведението на конструктивните елементи, например напрежения и деформации в тях при различни условия на натоварване;

- намаляване на времето за анализ на конструкцията, извършван чрез метода на крайните елементи (МКЕ) – ИИ-моделите могат да се учат от предишните резултати, получени чрез МКЕ, и от тях да правят точни прогнози;
- армиране на стоманобетонни греди – ИИ-моделите могат да се използват за определяне на необходимата надлъжна армировка в стоманобетонни сечения, подложени на огъване. Тук, за разлика от изследването на *Boshnakov* и *Yakov* [26], в което с помощта на невронни мрежи е определено само необходимото количество надлъжна армировка, *Alsakka* и др. [27] са определили и оптималното стоманобетонно сечение на гредите, при което е намалено количеството на CO₂ емисии.

г) за СИМ-интеграция и съответствие със стандартите.

Наблюдава се нарастващ интерес за комбиниране на строително-информационни модели на сградите (СИМ) с ИИ-инструменти [13]. Строителната индустрия активно изследва СИМ и ИИ, защото е разпознала потенциала им за създаване на ефективни и лесни за реализация проекти [28, 29]. Освен това, ИИ-инструментите, интегрирани в СИМ-програмите, помагат за проверка на съответствието с проектните стандарти.

4.3. Във вече построените сгради и съоръжения

ИИ намира своето място и в изграждането на сгради и съоръжения. На първо място може да се отбележи съвместно разработената от Технологичния институт в Карлсруе и 40 партньори интелигентна платформа за данни Smart Design and Construction (SDaC) с вграден изкуствен интелект [30], който ще я управлява. Целта на нейното създаване е да свърже фрагментираната информация в строителния бранш.

Друго поле за изява на ИИ е използването му като строителен надзор [31]. Тук се използва неговата способност да разпознава изображения. Работата с него е лесна – строителните надзорници обикалят обекта няколко пъти седмично с камера на каската. Тя прави видеозаписи по време на обиколките, които по-късно се обработват със софтуера за разпознаване на изображения. Когато получената чрез видеонаблюдение информация се наложи върху проектите по съответните части, веднага могат да се отбележат неизпълнени строителни дейности и/или грешки при строителството. Софтуерът вече се използва от няколко големи строителни фирми в Европа.

Друго приложение на способността на ИИ-моделите да разпознават изображения е представено в доклада на *Kutlu* и *Şimşek* [32]. В него е разгледано приложението на ИИ-моделите в цифровото възстановяване на сгради от недвижимото културно наследство. За целта, на първо място сградите са сканирани с висока точност, в резултат на което са създадени пространствени цифрови модели. След това, чрез дълбоко обучение на генеративни невронни мрежи и тяхната възможност за разпознаване на обекти, са разработени решения за възстановяване на липсващи части от повредени или цялостно разрушени конструктивни елементи в сгради [33, 34]. Обучени от човешкия опит, ИИ-алгоритмите успяват да разпознаят конструктивните модели и да посочват липсващите в тях части [35].

Последният пример за приложение на способността на ИИ-моделите да разпознават изображения, е използването им за контрол на достъпа до паркинги, сгради, транспортна инфраструктура. Чрез заснемане с камери и разпознаване на номерата на колите и/или лицата на хората се осигурява достъп до съоръженията, без да е

необходимо показване на документи или допълнителни приспособления като карти, ключове и т.н. Например от 2021 г. жителите и гостите на Москва могат да използват услугите на метрото след като просто погледнат в камера на входовете [36]. Парите на пътуващите се изтеглят автоматично от техните сметки, в зависимост от броя на направените пътувания. Този подход на властите в Москва безспорно е удобен, но доколко обаче той не е в конфликт с навлизането в личното пространство на хората и защитата на личните данни?

Практика е състоянието на отговорни съоръжения като мостове, язовирни стени, сгради от национално значение да се следи непрекъснато. Например, с помощта на датчици, поставени върху конструктивните елементи, в реално време се получава информация за повреди и деформации в тях. Досега събраните от датчиците данни се анализираха от хора, което е трудоемък и скучен процес. В наши дни за тези рутинни дейности все по-често се използват ИИ-модели.

В световен мащаб, жилищните сгради са едни от най-големите потребители на електрическа енергия и на енергия за отопление [37]. Това потребление допринася за увеличаване на емисиите парникови газове. ИИ-инструментите предлагат решения за осъзнаване, предвиждане и контрол на консумацията на енергия в сгради в реално време. Те позволяват гъвкаво адаптиране към нуждите на потребителите, условията на околната среда и информацията от енергийните пазари [38]. Освен това, ИИ-инструментите осигуряват климатичния комфорт в сградите. Разчитайки на ключови компоненти като сензори, алгоритми за машинно обучение, прогнозен анализ и системи за управление, те поддържат нивата на топлината, влажността, осветеността и качеството на въздуха да са в оптимални за хората граници.

5. Заключение

Искаме или не, ИИ-моделите са тук, сред нас, и навлизат във все повече области на съвременето ни. Освен традиционно цитираните от журналистите здравеопазване, финанси, роботика и автоматизация, изучаване на околната среда, интернет и комуникации, ИИ-модели се използват и в сферата на строителството – засега предимно в областта на проектирането, но се наблюдават и примери за тяхното използване в процеса на изграждане, и в последващата експлоатация на съоръженията. Настоящите ИИ-модели не мислят, поне не в човешкия смисъл на думата. Те само правят предположения на база на обучението си, но въпреки това определено са полезни. Оттук следва, че дори и в такъв консервативен отрасъл, какъвто е строителството, ИИ-алгоритмите ще навлизат все повече, което неизбежно ще го промени. Понастоящем стъпките са плахи, малки, но тласкани от големите технологични компании, желанието за максимизиране на печалбите и мързела на хората, те са неминуеми. развитието на ИИ ще доведе до трансформация в пазара на труда – едни професии ще изчезнат, ще се появят други, а трети ще се трансформират. Никой не знае какво ще ни поднесе бъдещето и кои ще са търсените професии след, например, 30 г., но отсега е ясно, че ключови характеристики за успех на пазара на труда са адаптивността, желанието за учене през целия живот и усвояването на нови знания и умения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mihaleva, A. Artificial Intelligence Giants: Major Market Players and Their Technologies. (on Russians). <https://trends.rbc.ru/trends/industry/68344d809a7947f481059981>, visited on 28.05.2025.*

2. *TecnoDigital*. Evolution in AI: 10 key points in the history of intelligence development. (on Bulgarian). <https://informatecdigital.com/bg/историята-на-изкуствения-интелект>, visited on 28.05.2025.
3. *Popova, B.* Artificial intelligence (AI) from ancient times to the present day. (on Bulgarian). DivnaTech, 2025. (on Bulgarian). <https://divna.tech/izkustveniat-intelekt-ai-ot-drevnostta-do-dnes/>, visited on 29.05.2025.
4. *Popova, B.* What is AI (artificial intelligence) – history, evolution, application and future. (on Bulgarian). DivnaTech, 2025. (on Bulgarian). <https://divna.tech/kakvo-e-ai-izkustven-intelekt-istoria-evolyutsia-prilozhenie-i-badeshte/>, visited on 29.05.2025.
5. *Lazarov, M.* History of Artificial intelligence. (on Bulgarian). <https://storymaps.com/stories/d8395b3021124e618ba71ca5e3d34919>, visited on 28.05.2025.
6. LISP (programming language). [https://en.wikipedia.org/wiki/Lisp_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lisp_(programming_language)), visited on 18.08.2025.
7. *Donchev, D.* Artificial intelligence wanted. (on Bulgarian). <https://hicomm.bg/science/tyrsi-se-izkustvenijat-intelekt.html>, visited on 29.05.2025.
8. GPT-3. <https://en.wikipedia.org/wiki/GPT-3>, visited on 18.08.2025.
9. ChatGPT. <https://en.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>, visited on 18.08.2025.
10. *Dimitrov, S.* Artificial intelligence doesn't think – it just guesses. (on Bulgarian). <https://www.kaldata.com/it-новини/изкуственият-интелект-не-мисли-той-570850.html>, visited on 30.05.2025.
11. *Talin, B.* What is Generative AI? – Everything you need know incl. Meaning, Models and Examples. <https://morethandigital.info/bg/kakvo-e-generativen-izkustven-intelekt-znachenie-modeli-i-primeri/>, visited on 30.05.2025.
12. *Koseva, A.* Artificial Intelligence – a guide for architects. (on Bulgarian). <https://stroinfo.com/izkustven-intelekt-naruchnik-za-arhitekti/>, visited on 31.05.2025.
13. *Kookalani, S., Parn, E., Brilakis, I., Dirar, S. et al.* Trajectory of building and structural design automation from generative design towards the integration of deep generative models and optimization: A review. // Journal of Building Engineering, vol. 97, 110972, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110972>.
14. *Karadag, D., Ozar, B.* A new frontier in design studio: AI and human collaboration in conceptual design. Frontiers of Architectural Research, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2025.01.010>.
15. *Cholakov, V.* Artificial intelligence in architecture. (on Bulgarian). <https://cholakov-gongalov.com/bg/ai-in-architecture/>, visited on 31.05.2025.
16. *Dimitrova, S.* Application of artificial intelligence in architectural design. (on Bulgarian). Collection of articles from the scientific conference "100 years since the birth of Prof. Architect Metodi Pisarski", pp. 322 – 326, UACEG, 2022.
17. Archicad AI Visualizer. <https://www.graphisoft.com/solutions/innovation/archicad-ai-visualizer/>, visited on 16.06.2025.
18. *Liao, W., Lu, X., Fei, Y., Gu, Y., Huang, Y.* Generative AI design for building structures. Automation in Construction, vol. 157, 105187, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105187>.
19. *Yakov, V., Hristov, P.* Predicting the parameters of reinforcing concrete elements by neural network. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 1323, 012019, 2024. DOI: [10.1088/1757-899X/1323/1/012019](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1323/1/012019).
20. *Fei, Y., Liao, W., Huang Y., Lu, X.* Knowledge-enhanced generative adversarial networks for schematic design of framed tube structures. Automation in Construction, vol. 144, 104619, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104619>.
21. *Das, S., Zolfagharian, S., Nourbakhsh, M., Haymaker, J.* Integrated spatial-structural optimization in the conceptual design stage of project. A tool to generate and

optimize design solutions aiding informed decision making for Architects, Engineers and Stakeholders. eCAADe 34, pp. 117 – 126, 2016.

22. Pizzaro, P., Massone, L. Structural design of reinforced concrete buildings based on deep neural networks. *Engineering Structures*, vol. 241, 112377, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112377>.

23. Tomei, V., Imbimbo, M., Mele, E. Optimization of structural patterns for tall buildings: the case of diagrid, *Engineering Structures*, vol. 171, pp. 280 – 297, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2018.05.043>.

24. Hooshmand, A., Campbell, M. Truss layout design and optimization using a generative synthesis approach. *Computers & Structures*, vol. 163, pp. 1 – 28, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.COMPSTRUC.2015.09.010>.

25. Benbokhari, A., Chikh, B., Mebarki, A., Mechaala, A. Structural seismic design using hybrid machine learning and multi-objectives Particle swarm optimization algorithm: Case of Special moment frames in a high seismic zone. *Structure*, vol. 75, 108441, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.108441>.

26. Boshnakov, K., Yakov, V. Neural Networks Applicability for Design of Reinforced Concrete Sections for Bending. *TEM Journal*, vol. 12, issue 3, pp. 1294 – 1299, August 2023, ISSN 2217-8309. DOI: [10.18421/TEM123-08](https://doi.org/10.18421/TEM123-08).

27. Alsakka, F., Haddad, A., Ezzedine, F., Salami, G. et al. Generative design for more economical and environmentally sustainable reinforced concrete structures. // *Journal of Cleaner Production*, vol. 387, 135829, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135829>.

28. Shea, K., Aish, R., Gourtovaia, M. Towards integrated performance-driven generative design tools. *Automation in Construction*, vol. 14, issue 2, pp. 253 – 264, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2004.07.002>.

29. Singh, V., Gu, N. Towards an integrated generative design framework. *Design Studios*, vol. 33, issue 2, pp. 185 – 207, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.DESTUD.2011.06.001>.

30. Stroiteli BG. Artificial intelligence in construction – Smart Design and Construction (SDaC). (on Bulgarian). <https://stroiteli.bg/izkustven-intelekt-v-stroitelstvoto-smart-design-and-construction-sdac/>, visited on 02.06.2025.

31. *Technews*. Artificial intelligence finds errors in construction. (on Bulgarian). <https://technews.bg/article-128470.html>, visited on 02.06.2025.

32. Kutlu, I., Şimşek, D. Artificial intelligence (AI) assisted digital reconstruction of historical buildings. *Proceedings of the 4th International Civil Engineering & Architecture Conference*, vol. 2, pp. 1016 – 1026, 17 – 19 May 2025, Trabzon, Turkey.

33. Wang, Z., Xiong, H. Analysis of the application of deep learning in model reconstruction of ancient buildings. *Advances in Multimedia*, 1, 4273937, 2022.

34. Zhu, X., Zhu, Q., Zhang, Q., Du, Y. Deep learning-based 3D reconstruction of ancient buildings with surface damage identification and localization. *Structures*, 73, 108383, 2025.

35. Trzeciak, M., Brilakis, I. Dense 3D reconstruction of building scenes by ai-based camera-lidar fusion and odometry. // *Journal of Computing in Civil Engineering*, 37(4), 04023010, 2023.

36. Topnovini.bg. Passengers enter the Moscow metro with facial recognition. (on Bulgarian). <https://topnovini.bg/novini/878868-patnitsi-vlizat-v-moskovskoto-metro-s-litsevo-razpoznavane>, visited on 25.06.2025.

37. Ali, S. AI Models for Optimizing Energy use in Smart Residential Buildings. // *International Journal of Modern Science and Research Technology*, vol. 3, issue 4, pp. 302 – 308, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15314000>.

38. Pindi, V. Ai-Assisted Clinical Decision Support Systems: Enhancing Diagnostic Accuracy and Treatment Recommendations. // International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, vol. 6, issue 10, pp. 1 – 10, 2019.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONSTRUCTION

L. Zdravkov¹, D. Nedyalkov²

Keywords: artificial intelligence, development, opportunities, application, construction

ABSTRACT

In the last few years, artificial intelligence (AI) has been developing incredibly. Actively developed by technology companies such as OpenAI, Google, DeepSeek, Meta, Microsoft, Antropic, xAI, Perplexity, Midjourney and generously funded by private and public investors, it is becoming more and more “smart” and finding more and more areas of application. At the moment, its most significant impact is in the communications and internet, healthcare, finance, robotics and automation, and environmental studies. Somehow, the use of AI in construction remains out of the media's attention, both at the design stage and in subsequent stages such as the construction and operation of construction facilities, and AI is actively entering also this sphere of human activity, despite its conservatism. In this paper, the authors will try to reveal, at least in part, some of the possibilities for using AI in the construction industry today.

¹ Lyubomir Zdravkov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Steel, Timber and Plastic Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: zdravkov_fce@uacg.bg

² Danail Nedyalkov, Assoc. Prof. Dr. Arh., Dept. “Industrial Buildings”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: dned_far@uacg.bg