

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ**

**Яна Валентиновна Калустян<sup>1</sup>,  
Наталия Юрьевна Малова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Российская Федерация, 286123, Донецкая Народная Республика, г.о. Макеевка, г. Макеевка, р-н Червоногвардейский, ул. Державина, д. 2, e-mail: y.v.kalustyan@donnasa.ru

<sup>2</sup>«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Российская Федерация, 286123, Донецкая Народная Республика, г.о. Макеевка, г. Макеевка, р-н Червоногвардейский, ул. Державина, д. 2, e-mail: n.y.malova@donnasa.ru

**Аннотация.** В данном исследовании обоснована необходимость ресурсосберегающих решений в отрасли строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Представлены ключевые понятия в сфере энергосбережения в соответствии со стратегическими документами Российской Федерации. Обозначена концепция энергетической политики государства. Сформулированы основные причины низкого уровня энергоэффективности в строительстве и ЖКХ. Аргументирована целесообразность использования нейросетевых технологий в целях повышения энергоэффективности. Дана характеристика инновационных составляющих искусственных нейросетей. Рассмотрены видовая и типовая классификация нейросетей. Предложены варианты применения нейросетевых решений в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Обозначены прогнозируемые эффекты от внедрения и использования нейросетей в практику деятельности управляющих компаний, ресурсопоставляющих организаций, государственных и муниципальных систем управления городским хозяйством; доказана возможность оптимизации проектных решений в строительстве. Установлены основные препятствия массового внедрения нейросетей.

**Ключевые слова:** строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, энергетическая политика, энергоэффективность, энергосбережение, энергопотери, нейросетевые технологии.

**Информация о финансировании:** данное исследование выполнено без внешнего финансирования.

**Для цитирования:** Калустян Е.В., Малова Н.Ю. Повышение энергоэффективности в строительстве и ЖКХ: проблемы и перспективы применения нейросетей. Государственное управление и право. 2025. № 4(08). С. 102-115.

# IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION AND HOUSING AND COMMUNAL SERVICES: PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF NEURAL NETWORKS

**Yana Valentinovna Kalustyan<sup>1</sup>,**  
**Natalia Yurievna Malova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Donbas National Academy of Construction and Architecture – branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)», Russian Federation, 286123, Donetsk People's Republic, Makeyevka, Chervonogvardeisky district, Derzhavina str., 2, e-mail: y.v.kalustyan@donnasa.ru

<sup>2</sup>Donbas National Academy of Construction and Architecture – branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)», Russian Federation, 286123, Donetsk People's Republic, Makeyevka, Chervonogvardeisky district, Derzhavina str., 2, e-mail: n.y.malova@donnasa.ru

*Abstract.* This study substantiates the need for resource-saving solutions in the construction and housing and utilities sectors. It presents key concepts in the field of energy conservation in accordance with the strategic documents of the Russian Federation. The concept of the state's energy policy is outlined. The main reasons for the low level of energy efficiency in construction and housing and communal services are formulated. The expediency of using neural network technologies to improve energy efficiency is argued. The characteristics of the innovative components of artificial neural networks are given. The species and type classification of neural networks is considered. Options for the application of neural network solutions in construction and housing and communal services are proposed. The predicted effects of the introduction and use of neural networks in the practice of management companies, resource-supplying organisations, state and municipal urban management systems are indicated; the possibility of optimising design solutions in construction is proven. The main obstacles to the mass implementation of neural networks are identified.

*Keywords:* construction, housing and communal services, energy policy, energy efficiency, energy conservation, energy losses, neural network technologies.

*Financing information:* this research received no external funding.

*For citation:* Kalustyan, Ya.V., Malova, N.Yu. (2025). Improving energy efficiency in construction and housing and communal services: problems and prospects for the application of neural networks. Public administration and law, 4(08), 102-115.

## *Введение*

В настоящее время вопросы энергосбережения остаются актуальными для всего мирового сообщества. Несмотря на текущий уровень развития технологий, во многих отраслях народного хозяйства используется устаревшее оборудование, способы и методы организации производства; топ-менеджмент не в достаточной степени мотивирует персонал реализовывать энерго- и ресурсосбе-

регающие мероприятия на местах. Отрасли строительства и жилищно-коммунального хозяйства не являются исключением и остро нуждаются в более интенсивном внедрении энергоэкономных решений.

В жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве высокий уровень ресурсо- и энергозатрат обусловлен значительным износом коммунальных сетей, физическим и моральным износом жилищ-

ного фонда, недостаточными объёмами финансирования ремонтных и восстановительных мероприятий, неэффективными механизмами управления МКД. По данным регионального центра общественного контроля «ЖКХ контроль», износ сетей в РФ составляет порядка 60-70 %, а обновляется не более 2 % ежегодно при минимально требуемом уровне – 4 % [1]. Также стоит отметить и низкую степень потребительской ответственности населения в сфере ЖКХ.

С целью повышения энергоэффективности строительства жилых зданий, с 2016 г. обязательным для вводимых в эксплуатацию домов является соответствие установленным классам энергоэффективности.

Сложившаяся в отраслях строительства и ЖКХ ситуация требует максимально эффективных методов решения. Ответом на подобный вызов в современном мире может стать применение нейросетевых технологий.

#### *Цель исследования*

Обозначить проблемы и перспективы применения нейросе-

тевых технологий для повышения энергоэффективности сферы строительства и жилищно-коммунального хозяйства в условиях цифровой экономики.

#### *Материалы и методы исследования*

Информационная база – научно-исследовательские труды отечественных и зарубежных учёных, занимающихся изучением данной проблематики; документы стратегического планирования и нормативные правовые акты Российской Федерации.

В работе использовались такие методы исследования, как: аналитический, сравнительный анализ, системный подход.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Основная терминологическая база в сфере энергосбережения закреплена в Федеральном Законе РФ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (№ 261 – ФЗ ред. от 23.07.2025) (таблица 1).

**Таблица 1.** Определение ключевых понятий в сфере энергосбережения [2]  
**Table 1.** Definition of key concepts in the field of energy saving [2]

Термин	Определение
Энергоресурс	«носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии)» [2]
Энергоэффективность	«характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведённым в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю» [2]
Энергосбережение	«реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объёма используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объёма произведённой продукции, выполненных работ, оказанных услуг)» [2]
Класс энергоэффективности	«характеристика продукции, отражающая её энергетическую эффективность» [2]
Энергетическое обследование	«сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объёме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте» [2]

Отметим, что значимое повышение энергетической и ресурсной эффективности в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве – одна из целей, поставленных президентом России на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года [3].

Цели, задачи, механизмы, внутренние и внешние вызовы, основы государственной энергетической политики и этапы её реализации нашли своё отражение в Энергетической стратегии России до 2030 г. [4] (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Энергетическая политика государства [4]  
**Figure 1.** Energy policy of the state [4]

Необходимо отметить, что энергоэффективность выступает основополагающим фактором качественного развития и эффективного реформирования сферы строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Как уже отмечалось ранее, для данных отраслей остро стоят вопросы снижения уровня энергопотери.

Голикова Г.Р. в своём диссертационном исследовании предлагает

определять энергосбережение в ЖКХ как триединую систему энергосбережения производителей-поставщиков, распределителей и потребителей энергии. В ЖКХ сосредоточено примерно 25 % потенциала энергосбережения. К примеру, основываясь на имеющихся в открытом доступе данных (официальная статистика ПАО «Россети»), в ЖКХ теряется в среднем 8,5-8,6 % электроэнергии [5] (таблица 2).

**Таблица 2.** Основные показатели электроэнергетики [5]  
**Table 2.** The main indicators of the electric power industry [5]

Показатель	2022	2023	2024 (план)
Отпуск электроэнергии в сеть (млн кВт·ч)	864,856	874,808	883,119
Отпуск электроэнергии из сети (млн кВт·ч)	789,743	799,120	807,512
Абсолютные потери (млн кВт·ч)	75,113	75,689	75,607
Уровень потерь (%)	8,69	8,65	8,56

Основываясь на информации, видно, что относительный уровень потерь электроэнергии снижается, а абсолютные потери остаются стабильными. По данным отчёта, наибольшие потери характерны для тех регионов РФ, где инфраструктура характеризуется более высоким уровнем устаревания [5].

Отображённые в таблице данные наглядно демонстрируют положительную динамику в снижении относительного уровня потерь электроэнергии в сети, хотя абсолютные значения потерь остаются значительными. Это свидетельствует о необходимости работы по повышению энергоэффективности и модернизации энергетической инфраструктуры [5].

Современные реалии таковы, что общие потери энергии в ЖКХ достаточно велики, причины кроются в основном в низком уровне культуры ресурсопотребления, недостаточно высоком качестве строительных работ, ошибках при проектировании, устаревшем оборудовании и технологиях [5].

Согласно классификации, построенной в соответствии с ГОСТ Р 54862-20116, выделяются 4 класса зданий, отличающихся по энергоэффективности:

– класс D присваивается для объектов, в которых отсутствует необходимость использования системы автоматизации и управления зданиями (BACS) для управления энергоэффективностью (здания относятся к числу неэнергоэффективных, при проектировании не учтены

системы автоматизации зданий, методы управления инженерными системами);

– класс C соответствует объектам, в которых используются упрощённые BACS (данный класс зданий считается «стандартным» или единичным, последующие классы по характеристикам отталкиваются от него);

– класс B установлен для объектов, в которых используются усовершенствованные BACS и некоторые определённые функции технического управления зданиями (ТВМ), – это «повышенный» класс энергоэффективных объектов;

– класс А ориентирован на объекты, в которых используются энергетически высокоэффективные BACS и ТВМ (самый «высокий» класс из существующих по энергоэффективности объекта) [5].

Среди основных причин критической ситуации, сложившейся в сфере ЖКХ, по мнению авторов, являются следующие:

1. Неудовлетворительная теплоизоляция ограждающих конструкций: через стены, окна, кровлю и подвалы теряется до 40-60 % тепловой энергии, затрачиваемой на отопление; тепловизионное обследование жилищного фонда консистентно выявляет многочисленные «мостики холода»; устаревшие инженерные системы: использование неизолированных труб стояков и полотенцесушителей в квартирах приводит к отоплению нежилых помещений (подъездов, технических шахт).

2. Экономические и управленческие барьеры, к которым можно отнести дефицит инвестиций и «ловушка низких тарифов». Высокая стоимость модернизации и ограниченность тарифных источников доходов ресурсоснабжающих организаций и управляющих компаний не позволяют финансировать масштабное обновление. По предварительным экспертным оценкам, для достижения целевых показателей к 2030 году требуется привлечь дополнительно не менее 1 трлн рублей инвестиций.

3. Низкая дисциплина эксплуатации и отсутствие мониторинга. Отсутствие комплексных систем диспетчеризации и автоматизированных систем коммерческого учёта электроэнергии не позволяет оперативно выявлять и локализовать потери.

4. Утечки в системах водоснабжения и канализации: изношенные трубопроводы приводят к потерям около 17 % подаваемой воды, а в некоторых городах этот показатель достигает 30-40 %; на подкачку и транспортировку воды тратится до 7 % всей электроэнергии в ЖКХ, и её потери усугубляют общие энергозатраты.

5. Потери во внутрименовых сетях: неудовлетворительное состояние электропроводки, систем освещения в местах общего пользования и инженерных систем многоквартирных домов приводит к дополнительным 5-7 % потерь электроэнергии; неэффективные насосы и электродвигатели в системах центрального отопления и водоснабжения потребляют на 20-30 % больше энергии, чем современные аналоги.

6. Неэффективная регулировка и устаревшее оборудование котельных. Низкий КПД многих котельных, отсутствие автоматической погодной регулировки приводит к избыточному теплоснабжению зданий и

потерям 15-20 % топлива.

7. Недостаточный уровень оснащения МКД приборами теплового учёта. В среднем по России реальное теплопотребление зданий в 1,5-2 раза превышает нормативное.

Российский строительный сектор также сталкивается с достаточно серьёзными вызовами в области энергосбережения. Энергоёмкость российского строительного рынка вдвое выше среднемирового показателя. Несмотря на активные попытки законодательного нормативного регулирования и реализуемых практических мер, по уровню энергоэффективности Россия находится на 186-м месте из 193 в глобальном рейтинге [6; 7].

Можно выделить такие основные проблемы в строительной отрасли.

1. Недостаточное использование вторичного сырья в производстве таких товаров, как цемент, кирпичи и др.

2. Использование застройщиками дешёвых материалов, не отвечающих современным требованиям экологичности и энергоэффективности.

3. Высокий уровень выброса парниковых газов в процессе функционирования строительных предприятий.

4. Отсутствие системного подхода к организации жизненного цикла зданий.

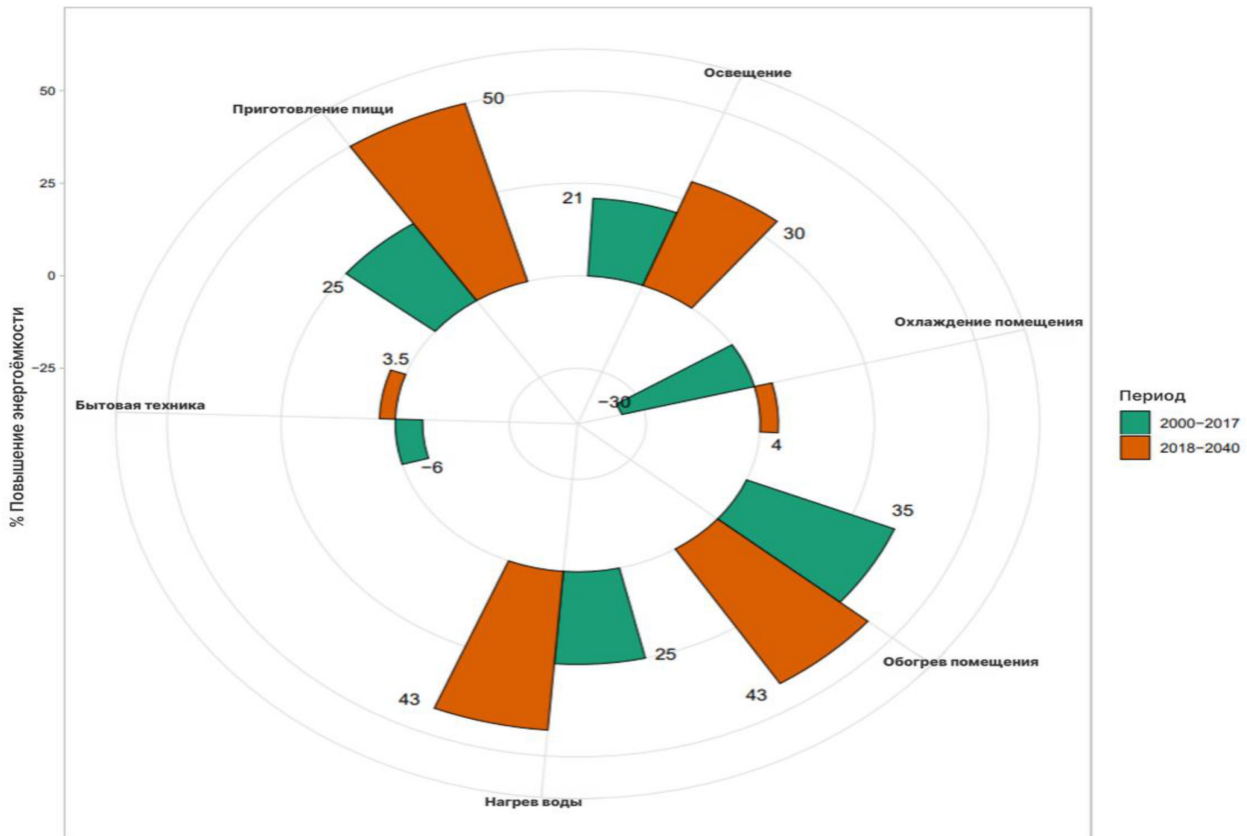
5. Использование морально устаревших технологий в вентилировании, системах терморегуляции.

6. Низкая ответственность застройщиков и инвесторов, не желающих вкладывать дополнительные средства на использование энергоэффективных материалов, технологий, оборудования.

7. Неэффективные механизмы государственной поддержки «зелёного» строительства, что не позволяет снизить общие энергетические затраты отрасли.

Внедрение современных технологических и программных решений в сфере энергосбережения позволяет сократить энергопотребление зданий до 80 % в рамках всего их жизненного цикла. Согласно прогнозам экспертов, конвергенция научно-технического прогресса и совершенство-

вания регуляторной политики создаст предпосылки для увеличения показателя энергоэффективности зданий в совокупности на 40 % в период до 2040 года по отношению к 2017 году. На рисунке 2 отражены ключевые направления реализации потенциала энергосбережения.



**Рисунок 2.** Потенциал энергосбережения в жилых домах [18]  
**Figure 2.** Energy saving potential in residential buildings [18]

Одним из основных инструментов решения проблем энергоэффективности в разных отраслях народного хозяйства в современном цифровом мире являются нейросетевые модели.

Возникновение технологии искусственных нейронных сетей приходится на середину XX века. Её основоположниками являются Уоррен Маккаллоу и Уолтер Питтс, которые разработали первую математическую модель нейрона (1943 г.), заложив теоретический фундамент для последующих исследований.

Знаковым достижением стала перцептронная архитектура (фундаментальная концепция в истории искусственного интеллекта, положившая начало всем современным нейронным сетям) Фрэнка Розенблатта, разработанная им в 1958 г.). Она продемонстрировала принципиальную возможность машинного обучения распознаванию образов. Но следует отметить, что сдерживающим фактором её развития в то время выступил ограниченный вычислительный потенциал (таблица 3).

**Таблица 3.** Инновационные составляющие ИНС [9]  
**Table 3.** Innovative components of the ANN [9]

Составляющая искусственной нейронной сети	Характеристика
Многопроцессорная	«Нейронная сеть, имитируя структуру и свойства нервной системы живых организмов, состоит из большого числа простых вычислительных элементов (нейронов, процессов) и обладает более сложным поведением по сравнению с возможностями каждого отдельного нейрона. Нейросеть получает на входе набор входных сигналов и выдаёт соответствующий им ответ (выходные сигналы), являющийся решением задачи» [9]
Математическая	«Нейронные сети являются вычислительной системой с огромным числом параллельно функционирующих простых процессоров с множеством связей. Данная составляющая связана с вычислительными особенностями построения нейронной сети: выбор сетевой структуры, определение характера связи между нейронами, количество слоёв, получение выходных параметров и т. п.» [9]
Информационная	«Нейронная сеть обладает способностью обобщать полученную информацию, т. е. давать правильные ответы при предъявлении «незнакомых», зашумленных, противоречивых данных. Параллельная обработка информации одновременно всеми нейронами определяет огромный потенциал и широкие прикладные возможности нейронного анализа» [9]
Технологическая	«Нейросетевое моделирование неразрывно связано с современными компьютерными и информационными технологиями. На практике нейронные сети реализуются в двух видах: в виде программных продуктов и аппаратных устройств (специализированных нейрочипов и плат расширений)» [9]
Субъективная	«Применение компьютерной техники способствует уменьшению влияния человеческого фактора (субъективности) на принятые решения» [9]
Экономическая	«С помощью нейронных сетей можно эффективно анализировать, классифицировать, управлять и с высокой точностью прогнозировать социально-экономические процессы и финансовые операции. Спосо- бно к моделированию нелинейных процессов, работа с зашумленными данными и адаптивность дают возможности применять нейронные сети для решения широкого класса задач. В последние несколько лет на основе нейронных сетей было разработано много программных систем для применения в таких вопросах, как операции на товарном рынке, оценка вероятности банкротства, оценка кредитоспособности, контроль за инвестициями, размещение займов и т. п.» [9]
Экологическая	«Нейронные сети способны в реальном масштабе времени идентифицировать опасные загрязняющие вещества в воздушных и жидких средах. Для этого используется так называемый «электронный нос». Прототипы электронного носа могут быть широко применены при контроле и идентификации токсичных выбросов в атмосферу; анализе топливных смесей; обнаружении выбросов масляных смесей; исследовании качества, в том числе и запаха, артезианских вод; для контроля качества воздуха и т. п.» [9]

**Продолжение табл. 3**  
**Continuation of table 3**

Составляющая искусственной нейронной сети	Характеристика
Педагогическая	«Нейронная сеть обучается решению задачи на некотором «учебнике» – наборе ситуаций, каждая из которых описывает значения входных сигналов нейросети и требуемый при этих входных сигналах ответ. «Учебник» задаёт набор эталонных ситуаций с известными решениями, а сеть при обучении сама находит зависимости между входными сигналами и требуемыми ответами. Обученная нейросеть может обобщать (интерполировать и экстраполировать) полученный навык решения и выдавать прогноз для новых значений входных сигналов, не вошедших в «учебник»» [9]
Адаптационная	«Нейронные сети могут быстро адаптироваться к окружающей среде. В неё могут быть включены дополнительные нейроны, если исходная не способна обеспечить решение задачи с нужной точностью. Также могут быть исключены лишние нейроны и связи между ними, если исходная избыточна для решения задачи. Нейросеть может сама выделить наиболее информативные для задачи входные сигналы, отбросить неинформативные, шумовые сигналы и в итоге повысить надёжность решения. При этом нейронная сеть не делает предварительного полного забывания ранее сформированных навыков, ускоряя таким образом своё дообучение после коррекции размеров» [9]

Стремительное развитие исследований в данной сфере пришлось на 1980-1990-х гг., чему способствовало теоретическое обоснование алгоритма обратного распространения ошибки и преодолению ограничений Минского [8]. Экономически целесообразным использование нейросетевых моделей стало после определённого накопления массива данных. Современный этап (с 2010 г.) характеризуется стремительным ростом производительности вычислительных систем.

Выделяют следующие типы нейронных сетей:

- перцептроны – простые сети для классификации данных, например, распознают цифры на картинках;

- свёрточные сети (CNN) – работают с изображениями и видео, находят объекты и паттерны, например, распознают лица;

- рекуррентные сети (RNN) – анализируют последовательности, например, текст или временные ряды. Используются для перевода, генерации текста и речи;

- генеративные сети (GAN) – создают новые данные по образцу: картинки, музыку или текст. Состоят из генератора и дискриминатора, которые учатся вместе;

- полносвязные сети – когда каждый нейрон соединён с другими. Применяются для прогнозов и анализа числовых данных» [15; 16].

Трендом XXI века, несомненно, можно считать конвергенцию нейросетевых архитектур с технологиями интернета вещей (IoT) и концепцией цифровых двойников, что формирует основу для интеллектуального управления городской инфраструктурой, жилищным и коммунальным сектором (таблица 4).

**Таблица 4.** Варианты применения нейросетей в строительстве и ЖКХ  
**Table 4.** Application options for neural networks in construction and housing and communal services

Направление / Стадия	Конкретные задачи нейросетей	Достижимый эффект и технологии
Проектирование и строительство	Прогнозирование энергопотребления объекта до начала строительства	Точность прогноза с помощью LSTM-сетей (long short-term memory) (тип рекуррентной нейронной сети). Снижение риска превышения бюджета и сроков
	Генеративный дизайн и интеграция с технологиями информационного моделирования	Оптимизация формы здания, инженерных систем для минимизации энергозатрат
	Контроль качества и безопасности на стройплощадке	Компьютерное зрение снижает травматизм на 15-30 %
Эксплуатация	Оптимизация работы инженерных систем (отопление, вентиляция, кондиционирование)	Экономия энергии до 37 % за счёт адаптивного управления на основе прогнозов
	Предиктивное (предсказательное) обслуживание оборудования	Снижение аварийности и затрат на ремонты до 5 %
	Обнаружение и предотвращение потерь ресурсов (утечки воды, тепла)	Снижение потерь в сетях на 11 % в год
	Автоматизация работы с клиентами и управление спросом	Снижение потребления энергии на 8 % за счёт информирования

По данным, представленным на официальном сайте Росатома [19], применение цифровых решений в отрасли жилищно-коммунального хозяйства позволит: на 90 % ликвидировать дисбаланс в системе; на 20 % повысить надёжность работы системы; на 20 % сократить количество повторных повреждений; на 17 % снизить затраты на электроэнергию; на 15 % снизить время реагирования; на 10 % снизить время устранения повреждений; на 95 % повысить качество оперативного контроля; на 50 % сократить время реагирования на неэффективные режимы; на 45 % повысить производительность труда; на 20 % сократить трудозатраты сотрудников; на 10 % сократить расходы на матери-

альные ресурсы [19].

Перспективы развития связаны с преодолением системных вызовов – разработки энергоэффективных алгоритмов и создания адаптивных систем, устойчивых к динамике внешней среды.

#### *Выводы*

Нейросети – это не просто инструмент, а ключевой элемент для перехода к устойчивому, «зелёному» и умному строительству и эффективному ЖКХ.

Нейросетевые технологии трансформируются из инструментария решения частных задач в инфраструктурный элемент цифровой экономики, определяющий конкурентоспособность на макро- и микроуровне.

В условиях цифровой экономики и реализации государственных стратегических задач повышения энергоэффективности, применение нейронных сетей представляет собой один из наиболее перспективных инструментов реформирования жилищно-коммунального хозяйства и строительной отрасли.

В сфере управления жизненным циклом объектов недвижимости важное значение имеют технологии предиктивного анализа. Нейросети способны с высокой точностью прогнозировать выход из строя критических элементов инженерных систем, что позволяет перейти от планово-предупредительного ремонта, характеризующегося избыточными или, напротив, недостаточными затратами, к ремонту по фактическому состоянию.

Наиболее весомый экономический эффект от применения нейросетей в ЖКХ связан с оптимизацией энергопотребления. Например, интеллектуальные системы на основе

нейросетей, интегрированные с автоматизированными системами управления технологическими процессами котельных, позволяют в режиме реального времени адаптировать параметры теплоносителя к погодным условиям, теплопотерям зданий и фактическому профилю потребления. Согласно экспертным оценкам, подобные решения способны значительно снизить энергозатраты.

Основными препятствиями на пути массового внедрения нейросетевых технологий остаются высокие первоначальные инвестиции, дефицит квалифицированных кадров и необходимость обеспечения кибербезопасности критической инфраструктуры. Нивелирование данных проблем возможно за счёт проведения массовой разъяснительной работы среди заинтересованных контрагентов, реализации мотивационных и стимулирующих мероприятий.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тарифы за ЖКУ растут быстрее, чем траты на ремонт инфраструктуры. URL: <https://newizv.ru/news/2025-10-08/fas-kommunalschiki-sobrali-s-naroda-lishnie-30-mlrd-kuda-idut-nashi-dengi-za-zhkh-438018?ysclid=mieh691a4439964814>.
2. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный Закон № 261-ФЗ: текст с изменениями и дополнениями на 23.07.2025: принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года: одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=500643&ysclid=miek4j4raz36327938>.
3. Дом.РФ: число строящихся энергоэффективных домов выросло на 14%. URL: <https://дом.рф/media/news/dom-rf-chislo-stroyashchikhsya-energoeffektivnykh-domov-vyroslo-na-14/>.
4. Энергетическая стратегия России до 2030 г. (утверждённая Распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-п.). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96681/?ysclid=miekj1qtza401968744>.
5. Малова Н.Ю., Калустян Я.В. Роль и значение энергосбережения в системе управления жилищно-коммунальным хозяйством // Южный урбанистический форум: сборник материалов конференций в 4-х частях (Севастополь, 14-16 мая 2025 г.) / Севастопольский государственный университет, Институт развития города; гл. ред. Ю.П. Майданевич [и др]. Севастополь: СевГУ, 2025. 457 с. URL: <https://lib.sevsu.ru/xmlui/handle/123456789/11906>.
6. Зудилин А.Ю. Способы увеличения энергоэффективности и сокращения сроков строительства в России: тенденции и прогнозы // Вестник науки. 2024. № 1(70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-uvelicheniya-energoeffektivnosti-i-sokrascheniya-srokov-stroitelstva-v-rossii-tendentsii-i-prognozu>.

7. Устойчивое строительство: как уменьшить нагрузку на энергосистему и ЖКХ. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/690dae449a79471f9fc0a462>.
8. Возможности и ограничения перцептронов. URL: [https://cybernetics.fandom.com/ru/wiki/Возможности\\_и\\_ограничения\\_перцептронов](https://cybernetics.fandom.com/ru/wiki/Возможности_и_ограничения_перцептронов).
9. Каменев А.С., Королёв С.Ю., Сокотущенко В.Н. Нейромоделирование как инструмент интеллектуализации энергоинформационных сетей / под ред. В.В. Бушуева. Москва: ИЦ «Энергия», 2012. 124 с. URL: <http://guies.ru/editions/docs/neiro.pdf>.
10. Сикулер Д.В. Ресурсы, предоставляющие данные для машинного обучения и проверки технологий искусственного интеллекта // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2021. № 2(22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/resursy-predostavlyayuschie-dannye-dlya-mashinnogo-obucheniya-i-proverki-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta>. DOI:10.38028/ESI.2021.22.2.004.
11. Какие бывают нейросети и чем YandexGPT, Google Gemini, ChatGPT и GigaChat от Сбера отличаются друг от друга. URL: <https://habr.com/ru/companies/x-com/articles/852456/>.
12. Силова Ю.А., Пояркова Е.И., Попов А.А. Модификация функциональных возможностей портала «ГИС ЖКХ» для решения актуальных проблем big data в сфере ЖКХ // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 12-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-funktsionalnyh-vozmozhnostey-portala-gis-zhkh-dlya-resheniya-aktualnyh-problem-big-data-v-sfere-zhkh>. DOI:10.24412/2411-0450-2021-12-3-66-72.
13. Иванов С.А., Никольский К.Ю., Радченко Г.И., Соколинский Л.Б., Цымблер М.Л. Концепция построения цифрового двойника города // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2020. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-postroeniya-tsifrovogo-dvoynika-goroda>. DOI: 10.14529/cmse200401.
14. Что такое нейросеть и как она работает. URL: <https://career.hh.ru/article/chto-takoe-nejroset-i-kak-ona-rabotaet>.
15. Бурханова С.И. Искусственный интеллект и нейронные сети: Ключевое направление развития современных технологий // Строительство и образование. 2025. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-neyronnye-seti-klyuchevoe-napravlenie-razvitiya-sovremennyh-tehnologiy>.
16. Родин О.А., Кленова Т.В. Возможности и перспективы использования нейросетевых технологий в развитии городского хозяйства // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 5-3 (99). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-ispolzovaniya-neyrosetevyh-tehnologiy-v-razvitiigorodskogo-hozyaystva>. DOI:10.24412/2411-0450-2023-5-3-78-80.
17. Tahir Mahmood, Muhammad Asif. Prediction of Energy Efficiency for Residential Buildings Using Supervised Machine Learning Algorithms // Energies. 2024. 17(19), 4965. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/19/4965>. <https://doi.org/10.3390/en17194965>.
18. Официальный сайт. Росатом. Инфраструктурные решения: URL: <https://rir.rosatom.ru/activities/tsifrovye-tehnologii/dlya-goroda-i-regiona/tsifrovoe-resursosnabzhenie-detail/>.
19. Цифровые технологии помогают экономить ресурсы в ЖКХ. URL: <https://www.vedomosti.ru/esg/ecology/columns/2025/05/14/1110064-tsifrovie-tehnologii-pomogayut-ekonomit-resursi-v-zhkh>.

### *Информация об авторах*

Яна Валентиновна Калустян – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью  
Наталья Юрьевна Малова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью

## REFERENCES

1. Housing and utility rates are rising faster than infrastructure repair costs. URL: <https://newizv.ru/news/2025-10-08/fas-kommunalschiki-sobrali-s-naroda-lishnie-30-mlrd-kuda-idut-nashi-dengi-za-zhkh-438018?ysclid=mieh691a4439964814>. (In Russ.)
2. Russian Federation. Laws. On energy saving and improving energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation: Federal Law No. 261-FZ: text with amendments and additions as of July 23, 2025: adopted by the State Duma on November 11, 2009: approved by the Federation Council on November 18, 2009. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=500643&ysclid=miek4j4raz36327938>. (In Russ.)
3. Dom.RF: The number of energy-efficient homes under construction has increased by 14 %. URL: <https://дом.рф/media/news/dom-rf-chislo-stroyashchikhsya-energoeffektivnykh-domov-vyroslo-na-14/>. (In Russ.)
4. Energy Strategy of Russia until 2030 (approved by the RF Government Decree of November 13, 2009 No. 1715-r). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96681/?ysclid=miekj1qtza401968744>. (In Russ.)
5. Malova, N.Yu., Kalustyan, Ya.V. (2025). The Role and Significance of Energy Saving in the Housing and Utilities Management System // Southern Urban Forum: Collection of Conference Materials in 4 Parts (Sevastopol, May 14-16, 2025) / Sevastopol State University, Urban Development Institute; ed.-in-chief Yu. P. Maidanevich [et al.]. Sevastopol: SevSU. 457 p. URL: <https://lib.sevsu.ru/xmlui/handle/123456789/11906>. (In Russ.)
6. Zudilin, A.Yu. (2024). Ways to Increase Energy Efficiency and Reduce Construction Time in Russia: Trends and Forecasts // Science Bulletin. No. 1(70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-uvelicheniya-energoeffektivnosti-i-sokrascheniya-srokov-stroitelstva-v-rossii-tendentsii-i-prognozy>. (In Russ.)
7. Sustainable Construction: How to Reduce the Load on the Power Grid and Housing and Utilities. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/690dae449a79471f9fc0a462>. (In Russ.)
8. Capabilities and Limitations of Perceptrons. URL: [https://cybernetics.fandom.com/ru/wiki/Возможности\\_и\\_зоржения\\_перцептронов](https://cybernetics.fandom.com/ru/wiki/Возможности_и_зоржения_перцептронов). (In Russ.)
9. Kamenev, A.S., Korolev, S.Yu., Sokotushchenko, V.N. Neuromodeling as a Tool for Intellectualizing Energy and Information Networks / Ed. by V.V. Bushuev – Moscow: IC "Energia", 2012. 124 p. URL: <http://guies.ru/editions/docs/neiro.pdf>. (In Russ.)
10. Sikuler, D.V. (2021). Resources Providing Data for Machine Learning and Validation of Artificial Intelligence Technologies // Information and Mathematical Technologies in Science and Management. No. 2(22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/resursy-predostavlyayuschie-dannye-dlya-mashinnogo-obucheniya-i-proverki-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta>. DOI: 10.38028/ESI.2021.22.2.004. (In Russ.)
11. What Types of Neural Networks Are There and How YandexGPT, Google Gemini, ChatGPT, and Sber's GigaChat Differ from Each Other. URL: <https://habr.com/ru/companies/x-com/articles/852456/>. (In Russ.)
12. Silova, Yu.A., Poyarkova, E.I., Popov, A.A. (2021). Modification of the functional capabilities of the GIS Housing and Public Utilities portal to solve current big data problems in the housing and public utilities sector // Economy and Business: Theory and Practice. No. 12-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-funktsionalnyh-vozmozhnostey-portala-gis-zhkh-dlya-resheniya-aktualnyh-problem-big-data-v-sfere-zhkh>. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-12-3-66-72. (In Russ.)
13. Ivanov, S.A., Nikolsky, K.Yu., Radchenko, G.I., Sokolinsky, L.B., Tsymler, M.L. (2020). Concept of building a digital twin of a city // Bulletin of SUSU. Series: Computational Mathematics and Informatics. No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-postroeniya-tsifrovogo-dvoynika-goroda>. DOI: 10.14529/cmse200401. (In Russ.)
14. What is a neural network and how does it work? URL: <https://career.hh.ru/article/cto-takoe-nejroset-i-kak-ona-rabotaet>. (In Russ.)
15. Burkhanova, S.I. (2025). Artificial intelligence and neural networks: A key direction in the development of modern technologies // Construction and education. No. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-neyronnye-seti-klyuchevoe-napravlenie-razvitiya-sovremennyh-tehnologiy>. (In Russ.)

- 16.** Rodin, O.A., Klenova, T.V. (2023). Possibilities and Prospects of Using Neural Network Technologies in Urban Development // *Economy and Business: Theory and Practice*. No. 5-3(99). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-ispolzovaniya-neyrosetevykh-tehnologiy-v-razviii-gorodskogo-hozyaystva>. DOI: 10.24412/2411-0450-2023-5-3-78-80. (In Russ.)
- 17.** Tahir, Mahmood, Muhammad, Asif. (2024). Prediction of Energy Efficiency for Residential Buildings Using Supervised Machine Learning Algorithms // *Energies*. № 17(19), 4965. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/19/4965>. <https://doi.org/10.3390/en17194965>.
- 18.** Official website. Rosatom. Infrastructure solutions. URL: <https://rir.rosatom.ru/activities/tsifrovye-tehnologii/dlya-goroda-i-regiona/tsifrovoe-resursosnabzhenie-detail/>. (In Russ.)
- 19.** Digital technologies help save resources in the housing and communal services. URL: <https://www.vedomosti.ru/esg/ecology/columns/2025/05/14/1110064-tsifrovie-tehnologii-pomogayut-ekonomit-resursi-v-zhkh>. (In Russ.)

#### *Information about the authors*

Yana V. Kalustyan – Ph. D. (Economics), Associate Professor, Department of Economics, Expertise and Real Estate Management

Nataliia Yu. Malova – Ph. D. (Economics), Associate Professor, Department of Economics, Expertise and Real Estate Management

*Вклад авторов:* все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Contribution of the authors:* the authors contributed equally to this article.

*The authors declare no conflicts of interests.*

Поступила в редакцию (Reserved) 02.09.2025

Поступила после рецензирования 11.10.2025

Принята к публикации (Accepted) 09.12.2025