

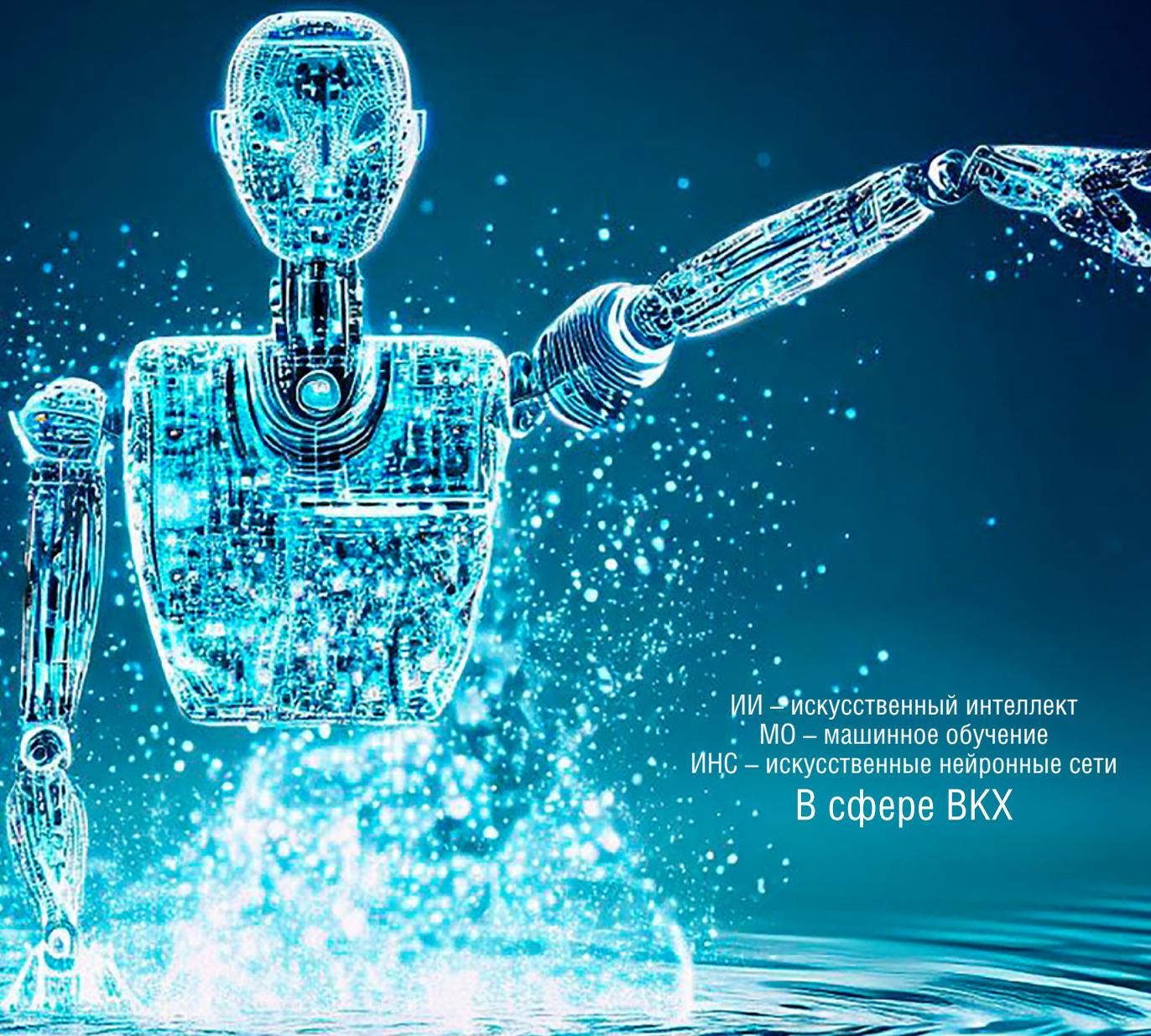
ISSN 2409-0530

# ВЗГЛЯД

НА ИЛУЧШИЕ  
ДОСТУПНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

СПЕЦВЫПУСК #1'2024 | ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ



ИИ – искусственный интеллект  
МО – машинное обучение  
ИНС – искусственные нейронные сети

В сфере ВКХ

# КОЛОНКА РЕДАКТОРА

**Е.А. СОБОЛЕВСКАЯ**

С 2024 года редакция [НДТ&VodaNews](#) начинает новый проект, целью которого является представление и экспертный анализ:

- новых отраслевых трендов;
- устойчивых тенденций развития техники и технологии
- профессиональной практики по актуальным направлениям;
- новых отечественных и зарубежных брендов.

Планируем серию тематических спецвыпусков, которые дополнят формат журнала «НДТ» и будут доступны на портале [VodaNews](#) (<https://vodanews.info>). Следить за анонсами новых выпусков и предлагать темы можно, присоединившись к одноименной профессиональной Telegram-группе.

Первый спецвыпуск, предлагаемый вниманию, посвящен развитию искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (МО), искусственных нейросетей (ИНС). Анализ сосредоточен на отличиях в этих понятиях, а также на перспективе внедрения их алгоритмов в отрасль водоснабжения и водоотведения. Изложены примеры решения конкретных задач управления проектированием и эксплуатацией (инженерные сети, насосное и регулируемое оборудование, процессы очистки вод). Представлены направления совершенствования отечественных разработок.

Публикуем интервью на отраслевые темы с отечественной нейросетью YandexGPT 2, лучшей на данный момент в работе с русскими текстами.



**VODA  
NEWS**  
ВОДОСНАБЖЕНИЕ  
ОЧИСТКА СТОКОВ

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ!



# Искусственный интеллект в сфере ВКХ. Интервью с нейросетью YandexGPT 2

**В. И. БАЖЕНОВ,**  
Д-Р ТЕХН. НАУК,  
ПРОФЕССОР, РУКОВОДИТЕЛЬ  
СЕКЦИИ ЭКСПЕРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
СОВЕТА РАВВ  
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
СООРУЖЕНИЙ И СИСТЕМ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
И ВОДООТВЕДЕНИЯ.  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»



Мир охватила гонка развития искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (МО), искусственных нейросетей (ИНС). Публикация посвящена анализу отличий этих понятий, а также перспективам внедрения их алгоритмов в отрасль водоснабжения и водоотведения (ВиВ). Рассмотрены примеры решения конкретных задач управления проектированием и эксплуатацией (инженерные сети, насосное и регулируемое оборудование, процессы очистки вод).

Обосновано мнение, что ИИ, МО и ИНС вполне способны обеспечить активное вовлечение возросших «объемов данных» в полезный процесс технологического управления и проектирования. Сегодня появилось сочетание трех мощных инструментов – цифровые двойники, искусственный интеллект, динамическая устойчивость (интеллектуальная устойчивость систем ВиВ к внешним стрессовым факторам и неравномерным нагрузкам, включая изменение климата).

Настоящим прорывом явилась возможность общения через чат с нейросетями. Представлены и проанализированы сгенерированные нейросетью YandexGPT 2 ответы на вопросы, касающиеся цифрового водоканала, использования инструментов ТИМ и «Industry 4.0».

По результатам анализа зарубежных и российских разработок сделаны выводы о перспективах совершенствования отечественных направлений развития ИИ в отрасли водоснабжения и водоотведения.

## ВВЕДЕНИЕ

По данным Yota, в России мобильный трафик сервисов по работе с искусственным интеллектом (ИИ) утроился в 2023 г., а их аудитория выросла в 3,5 раза. Лидером по популярности оказался Яндекс Шедеврум (изображения и анимация по текстовому запросу, рис. 1). Пользователи нейросетей, в основном, люди среднего возраста: 36–45 лет – 32 %, в возрастной группе 26–35 лет – 31 %. В среде от пользователей интернета с 14 до 21 года отмечается самый большой рост интереса, их количество увеличилось в 11 раз. Мужчины более склонны к работе с ИИ – их доля составляет 59 %. Согласно данным авторитетного британского словаря Collins и ответственного Института русского языка имени А. С. Пушкина, «искусственный интеллект» и «нейросеть» стали словами 2023 г.

Главным для различных областей науки и техники является иерархия понятий от общего к частному: искусственный интеллект (ИИ; англ. *artificial intelligence*, AI) → машинное обучение (МО; англ. *machine learning*, ML) → искусственные нейронные сети (ИНС; англ. *artificial neural network*, ANN). Таким образом, ИНС и МО всегда принадлежат области ИИ, но не всегда наоборот.

Иерархию понятий, включая автоматизацию, цифровизацию, искусственный интеллект, отражающую тенденцию к появлению «цифрового водоканала», представим структурно на рис. 2.

Объем данных, которые мы имеем под рукой, обычно намного больше, чем может эффективно использовать человек или группа, поэтому необходима помощь, чтобы улучшить процесс принятия решений. Так, обширные наборы данных интенсивно генерируются с помощью приборов, установленных на объектах водоснабжения и водоотведения (ВиВ), что приводит к образованию огромных хранилищ. Обработка данных может представлять собой серьезную проблему для стандартных пакетов на основе



Рис. 1. Результат Яндекс Шедеврум по запросу: НАРИСУЙ ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ В ВИДЕ НЕЙРОННЫХ

Рис. 2. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОНЯТИЙ: «АВТОМАТИЗАЦИЯ – ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ИИ – МО – ИНС»

### АВТОМАТИЗАЦИЯ –

автоматическое выполнение задач, которые ранее выполнялись вручную

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ –

оптимизация бизнес-процессов и их адаптация к современным инструментам и технологиям

### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ –

ускоритель цифровой трансформации, использует самообучающиеся алгоритмы и моделирование человеческого мышления

### МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ –

использование статистических данных и логических операций в алгоритмах самостоятельного нахождения решений для прогноза

### ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ –

созданы по аналогии с человеческой нервной системой и мозгом.

Иногда называют подходом «черного ящика». Глубокое обучение – алгоритмы могут принимать «сырые» данные для обработки и формирования корректных выходных данных

электронных таблиц; следовательно, необходимы новые методы для их преобразования в ценную информацию. Для сбора и лучшего понимания имеющихся данных существуют аналитические инструменты:

- цифровые двойники (ЦД) – это инструменты, которые обеспечивают интеграцию всех доступных данных в цифровую модель системы. Это позволяет пользователям принимать наиболее актуальные и действенные эксплуатационные решения, имея представление, как все потоки данных работают совместно и связаны друг с другом;
- искусственный интеллект (ИИ) позволяет находить и использовать скрытые закономерности (числовые и визуальные) в больших наборах данных. Этот инструмент дает возможность компьютерным системам водоканалов быстро анализировать данные способами, недоступными для технологов и операторов;
- динамическая устойчивость (ДУ) технологической системы ВиВ, использующей машинное обучение (МО), характеризуется возможностью достоверно выполнять прогнозы в условиях фактической неравномерности нагрузок (по расходам, давлениям, концентрациям и прочим параметрам), включая стрессовые нагрузки. Одним из самых известных методов МО является искусственная нейронная сеть (ИНС), которая работает, имитируя биологические нейронные сети, существующие в человеческом мозге.

## Искусственный интеллект

ИИ – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение, поиск решений без заранее заданного алгоритма и достижение инсайта) и получать результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека (ГОСТ Р 59277-2020). Другими словами ИИ – это свойство искусствен-

ных интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. ИИ занимается алгоритмами, воспроизводящими процесс решения интеллектуальных задач.

Для развития сферы ИИ в РФ по решению президента (указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», совместно с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года») реализуется федеральный проект «Искусственный интеллект» национального проекта «Цифровая экономика». Например, Росводресурсы вышли на точность в 94 % используя ИИ в процессе бюджетного планирования<sup>1</sup>, и внедрили Low code BPM платформу и тестовое использование ИИ для оценки заявок на финансирование.

В области промышленного контроля и управления системы с ИИ, в первую очередь, внедряются на базе ИНС и их машинного обучения. Наряду с ними, технологии ИИ включают: экспертные системы (ЭС; англ. *Expert Systems*, ESs), нечеткую логику (НЛ; англ. *Fuzzy Logic*, FL), генетические алгоритмы (ГА, англ. *Genetic Algorithms*, GAs), мобильную робототехнику (МР; англ. *Mobile Robotics*, MR) и проч. Например, ИНС-сети обладают способностью к обучению, ЭС-системы принимают решения на основе наборов правил и опыта экспертов, а системы с нечеткой логикой оперируют такими понятиями, как неопределенность или частичная истина.

Подчеркнем, что ИИ – понятие общее, поэтому существуют серьезная проблема, связанная с необходимостью идентификации используемых алгоритмов и способов их практической реализации. Например, не всегда понятно, как был достигнут отраслевой результат<sup>2</sup>. В РФ на новую тему существует пока крайне мало отраслевых сведений из достоверных источников (журналов ВАК, публикаций SCOPUS и WoS, баз данных РИНЦ и Google Академия).

<sup>1</sup> Цифровая трансформация Росводресурсов: от бюджетного планирования до ИИ: <https://digital-agency.team/tpost/s0pxs-bjjs1-tsfrovaya-transformatsiya-rosvodresurso?ysclid=lqf3ar1af2471933854>

<sup>2</sup> Как использование ИИ помогает расширить доступ к качественной питьевой воде: <https://lean-center.ru/kak-ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-pomogaet-rasshirit-dostup-k-kachestvennoj-pitevoj-vode/?ysclid=lqf20a7umr710018862>

Так, анти-примером внедрения ИИ [1] является насосная система Flygt Concertor, позволяющая экономить до 70 % электроэнергии, сокращать потребляемые ресурсы до 80 %, выполнять регулирование производительности в режиме реального времени при снижении засоров при перекачке. Подобные насосные системы следует рассматривать как уникальные и умные «smart» киберфизические системы, состоящие из ряда вычислительных и физических ресурсов (датчиков, контроллеров, сетевых структур промышленного интернета вещей IoT, *cloud computing* и межмашинного взаимодействия «Machine-to-Machine»), позволяющих представить такую структуру как единое целое. Такая система является интеллектуальной, но не относится к ИИ. Причина – алгоритмы, заложенные в основу систем управления, реализуемые на устройствах, аналогичных ПЛК [2]. Хотя, справедливости ради, отметим, что ПЛК сегодня приобретают способность к реализации задач МО и ИНС<sup>3</sup> [3, 4].

Пример на базе алгоритма ЭС<sup>4</sup> содержит разработку и методов, и собственно интеллектуальной системы принятия решений для выбора оптимального состава технологического оборудования водоочистки [5, 6]. Работы были выполнены в соответствии с классификатором правил НИИ ВОДГЕО, описывающих подсистему «Поверхностные воды» из четырех групп: классы поверхностных водоисточников хозяйственно-питьевого водоснабжения; технологические схемы очистки подземных вод от природных загрязнений по классам для питьевого водоснабжения; технологии очистки подземных вод по компонентам антропогенных загрязнений; технологические способы и методы очистки подземных вод от растворенных газов.

Пример на базе алгоритмов НЛ и ГА разработан для управления КНС с целью экономии затрат на электроэнергию [7], как часть совместного проекта компании Anglian Water

и Университета Шеффилда. Алгоритм НЛ использован для реализации управления переключением насосов, а ГА – для настройки параметров, определяющих функции принадлежности в нечетких правилах, чтобы обеспечить автоматическую минимизацию энергозатрат. При этом ПО для контроллера, реализующее эти алгоритмы, было разработано на базе MATLAB<sup>5</sup>. Коротко о результатах: обоснована концепция – ГА может использоваться для автоматической настройки контроллера с ПО на основе алгоритма НЛ; решение ГА превзошло традиционный вариант с точки зрения экономии затрат на электроэнергию и количества переключений насосов.

Самообучающиеся ГА очень популярны в нашей отрасли для решения широкого ряда задач [8, 9]:

- проектирование сетей ВиВ с учетом минимизации их общей стоимости, а также в рамках бюджетных ограничений;
- обеспечения минимальных затрат энергии при управлении комбинацией настроек насосов, задвижек, уровня наполнения резервуаров (приемных, накопительных, водонапорных).

Отечественные ученые О.Г. Примин, Г.Н. Громов [10, 11] использовали ГА (реализован на языке Visual Basic for Application) с целью совершенствования гидравлических моделей сетей водоснабжения на основе российского ПО «Zulu» путем реализации их автоматической калибровки. Задача калибровки заключается в минимизации целевой функции, отображающей сумму квадратичных разностей между фактическими данными работы сети и данными моделирования по расходу и свободному напору. В целом, создана универсальная методика разработки электронных моделей для городов и населенных пунктов РФ на основе ГА. Методика позволяет определять позиции утечек и несанкционированных подключений.

<sup>3</sup> Искусственный интеллект для Simatic [https://t-sfera.com/company/news/iskusstvennyy\\_intellekt\\_dlya\\_simatic/?ysclid=lr0xhcix-ax770023498](https://t-sfera.com/company/news/iskusstvennyy_intellekt_dlya_simatic/?ysclid=lr0xhcix-ax770023498)

<sup>4</sup> ЭС (экспертная система) – это интерактивная компьютерная «программа» или инструмент принятия решений, использующий как факты, так и эвристику для решения сложных задач на основе знаний, полученных от эксперта.

<sup>5</sup> MATLAB – среда и язык технических расчетов, предназначенный для решения широкого спектра инженерных и научных задач.

## МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

С тех пор, как 11 мая 1997 г. суперкомпьютер победил величайшего гроссмейстера Гарри Каспарова, навсегда изменились отношения между человеком и машиной, основанной на МО.

Различия между МО и ИНС связаны<sup>6</sup> с их структурой и алгоритмами, а выбор между ними зависит от конкретной задачи и доступных ресурсов. МО представляет собой более широкое понятие, охватывающее разнообразные методы и стратегии, используемые для обучения систем (метод опорных векторов, Байесовские методы, деревья решений и пр.). Сегодня совершенствование производственного АСУ ТП связано с использованием МО в части развития ИИ методами построения алгоритмов, способных обучаться на получаемых огромных массивах данных, накопленных в процессах текущего управления. В части алгоритмов МО включает в себя такие методы, как регрессия, классификация, кластеризация и т. д., в то время как ИНС используют алгоритмы глубокого обучения (сверточные, рекуррентные).

В части использования МО без решений на основе ИНС очень популярны алгоритмы обучения с подкреплением [12, 13] (ОП; англ. *Reinforcement Learning*, RL). Система ОП (используется термин «агент») взаимодействует со средой, параллельно обучаясь, и получает вознаграждение за выполнение действий. Со временем агент учится избегать негативных действий и совершает только позитивные. Ключевые слова данного МО – Q-обучение (Q-learning) и уравнение оптимальности Беллмана.

Система ОП использована в целях оптимального управления нелинейными водопроводными задвижками [14]. Процесс, управляемый ОП зарекомендовал себя как более качественный, по сравнению с ПИД-регулированием. Это приводило к значительному снижению нагрузки на работу задвижки и снижению ее износа.

Подобное управление было реализовано также на КОС. Процесс одновременной оптимизации растворенного кислорода и дозировки реагентов учитывал как экономические, так и экологические условия [15]. Интеллектуальное управление КОС на основе безмодельного ОП [16] представляет методологию обучения для достижения разумного компромисса между воздействием на окружающую среду и эксплуатационными расходами.

Рекомендуем статью [16] к внимательному изучению за универсальность методики, которая может составить основу азартной работы аспиранта. Идея проста – использовать математические модели ряда ASM1 (или эталонные имитационные модели BSM1, BSM2) для машинного обучения ОП. Выводы вселяют надежду в дальнейшее развитие методики:

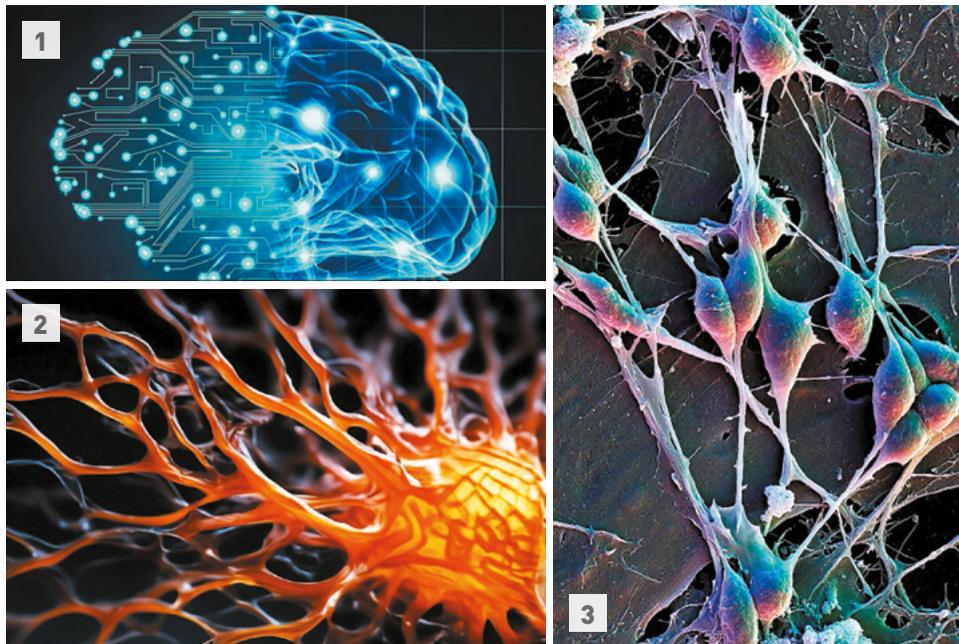
- контроллер ОП может управлять динамическим процессом без предварительного знания динамического процесса для достижения благоприятных результатов;
- при различных нарушениях реального процесса контроллеры ОП зафиксировали ограничения онлайн и учли их при оценке неблагоприятных ситуаций;
- методология глубокого ОП имитирует стратегию обучения человека, поэтому принципы обучения методом проб и ошибок могут быть легко понятны тем, кто не является специалистом в сфере управления.

## ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

ИНС работают так же, как наш мозг рис. 3. Точно так же нейроны в ИНС связаны между собой, передают информацию от одного к другому. Нейроны могут соединяться один с другим, формируя нервные сети.

<sup>6</sup> Машинное обучение против нейронных сетей: разница и сравнение <https://askanydifference.com/ru/difference-between-machine-learning-and-neural-networks/>

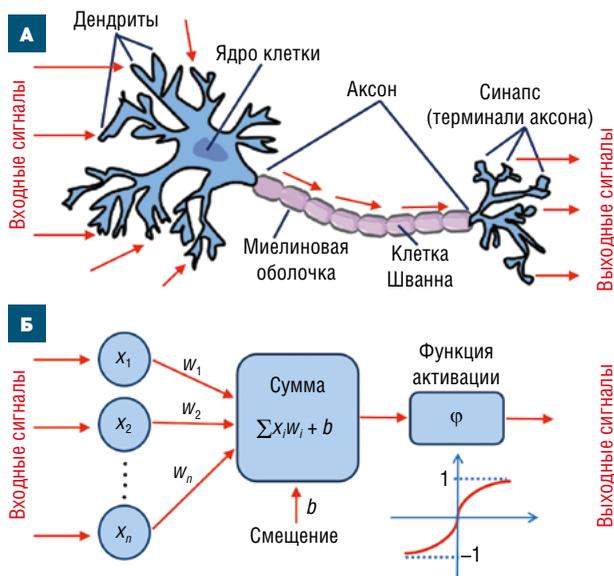
**Рис. 3. Нейроны и нейросети: СИМВОЛИЧЕСКОЕ СОЧЕТАНИЕ МОЗГА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (1); ИЗОБРАЖЕНИЕ ЯНДЕКС ШЕДЕВРУМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОСЕТИ (2); ЕСТЕСТВЕННЫЕ НЕЙРОНЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПОД ЭЛЕКТРОННЫМ МИКРОСКОПОМ (3)**



Биологические нейроны или клетки головного мозга участвуют в обработке и передаче химических и электрических сигналов (рис. 4) аналогично моделям искусственного нейрона, где многофункциональность отражают слоями выходных сигналов, передаваемых на последующие нейроны. Множество сигналов достигают дендритов, затем – тела клетки. Если накопленный сигнал превышает некоторую пороговую величину, генерируется выходной сигнал, передаваемый аксоном к синапсу, который осуществляет передачу нервного импульса от одного нейрона к другому.

Аналогично устроен и искусственный нейрон. Метод ИНС состоит из набора связанных узлов или единиц, а именно искусственных нейронов. Искусственные нейроны обычно объединяют во входной, скрытый и выходной слои. Каждый нейрон:

- получает сигнал (входные данные  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ ) от верхнего слоя;
- вычисляет взвешенную сумму своих входных данных, умноженную на веса  $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  плюс коэффициент смещения  $b$ ;
- передает выходные данные для следующего слоя с помощью передаточной функции активации [17].



**Рис. 4. СХЕМА СРАВНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО НЕЙРОНА (А) С БАЗОВОЙ МОДЕЛЬЮ ИСКУССТВЕННОГО НЕЙРОНА (Б)**

В результате разделения науки о нейросетях на способы обучения сетей и виды топологий их архитектуры был образована модель машинного обучения (МО). Базовые виды нейросетей, такие как перцептрон (кибернетическая модель мозга) и многослойный перцептрон (и их модификации), могут обучаться как с учителем, так и без учителя, с подкреплением и самоорганизацией. Однако, правильнее классифицировать алгоритмы обучения нейронных сетей [17–19].

Итак, во время обучения ИНС корректирует веса на основе ошибки (или потери) между прогнозируемым выходным сигналом и фактической целью с использованием алгоритмов оптимизации.

Глубокое обучение (ГО, Deep learning, DL) [20] – это вид МО с использованием многослойных ИНС, которые самообучаются на большом наборе данных. Алгоритм решения исходной задачи учится на своих ошибках и после каждой итерации обучения выдает более точный результат. Основные принципы ГО:

- слои образуют иерархическую структуру, где каждый последующий слой включает более высокий уровень признаков из предыдущего слоя;
- использование алгоритма обратного распространения ошибки, оптимизирующего веса и параметры ИНС, минимизируя ошибку между предсказанными и фактическими значениями;
- потребность в больших объемах данных для эффективного обучения модели;
- потребность в значительной вычислительной мощности.

Использование ИНС является универсальным методом решения практических задач ВиВ. Например, задача оптимизации водопроводных сетей на основе ГА [10, 11] решена с использованием алгоритмов ИНС [21, 22]. Результаты, полученные в ходе исследования (г. Камышлов), подтверждают то, что ИНС являются перспективным инструментом,

позволяющим быстро и легко анализировать надежность трубопроводов городской водопроводной сети (ГВС). Универсальная модель позволяет обучить нейросеть на любом наборе реальных исходных данных ГВС. Более подробно алгоритмы ИНС представлены в монографиях: научная работа о прогнозировании аварий на сетях [23], о принципах разработки нейросетей в целом [24].

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТИ В ОТРАСЛИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете научили нейросеть предотвращать аварии в системе водоснабжения и прогнозировать возможные поломки оборудования, предупреждать о них<sup>7</sup>.

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» выполняет прогнозирование подачи воды с помощью нейросети, что позволяет сформировать прогноз и повысить его точность до 98–99 %<sup>8</sup>.

МСХА имени К. А. Тимирязева применил кластерный анализ и алгоритмы обучения нейронной сети для оценки правильности проектирования и эксплуатации действующей (г. Кингисепп) системы водоснабжения. Приводится соревновательный алгоритм обучения нейронной сети – «слой Кохонена» [25].

Отраслевым исследователям не стоит опасаться использовать ИНС с целью прогноза проектных решений и технологического управления. Результаты работы ИНС вполне достоверны, если условия МО близки к реальности. Даже если далеки – ИНС самостоятельно способна доработать результаты онлайн в условиях неопределенности.

<sup>7</sup> Искусственный интеллект научили предотвращать аварии в системе водоснабжения: <https://nauka.tass.ru/nauka/10952983?ysclid=lf1llgbcq573825845>

<sup>8</sup> Водоканал Санкт-Петербурга использует искусственный интеллект для прогнозирования подачи воды: <https://watermagazine.ru/novosti/kompanii-novosti/28693-vodokanal-sankt-peterburga-ispolzuet-iskusstvennyi-intellekt-dlya-prognozirovaniya-podachi-vody.html>

### Связь ИИ с современными технологиями

Цифровые двойники (ЦД), искусственный интеллект (ИИ), динамическая устойчивость (ДУ) – это три мощных инструмента, которые могут использоваться водной отраслью, чтобы воспользоваться преимуществами «больших данных», создавая «Цифровой водоканал». Любой аналитический инструмент, способный быстро извлекать ценную информацию из существующих данных, потенциально может снизить как эксплуатационные, так и капитальные затраты, а также оценить устойчивость к внешним стрессовым факторам и неравномерным нагрузкам, включая изменение климата.

МО и ИИ могут использоваться коммунальными службами с целью:

- обработки измерений и данных, полученных с помощью других технологий, прогноза реальных сценариев развития технологических процессов;
- отслеживания и идентификации потерь ресурсов в режиме реального времени;
- оптимизации использования рабочей силы, машин и механизмов;
- обеспечения удовлетворения потребностей абонентов и использования чат-ботов для ответа их запросы;
- планирования при выполнении проектов;

- поддержки технологий дополненной и виртуальной реальности (AR и VR), обеспечивая визуальное и голографическое представления труб, кабелей и других активов в онлайн режиме;

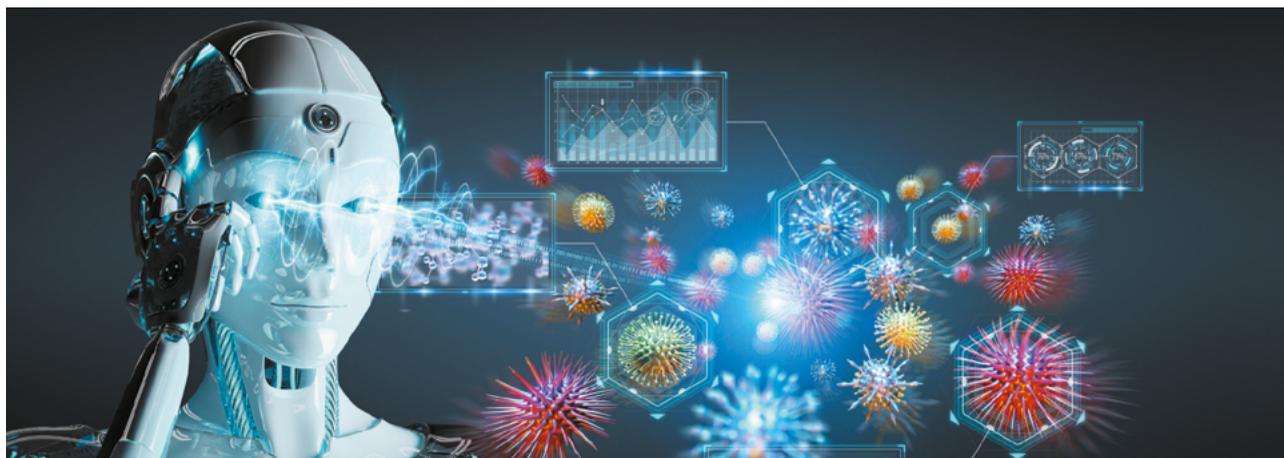
- объединения спутниковых изображений с данными в реальном времени (датчики/IoT) для моделирования коммунальных функций;

- поддержки технологии блокчейна (распределенных баз данных), например, выполнение прямых и безопасных транзакций между поставщиками ресурсов и потребителями, водоканалами и другими игроками водного сектора.

Перечень технологических задач, на реализацию которых может быть направлен проект в сфере ИИ:

- а) компьютерное зрение;
- б) обработка естественного языка;
- в) распознавание и синтез речи;
- г) интеллектуальная поддержка принятия решений;
- д) перспективные методы искусственного интеллекта.

*Приказ Минэкономразвития  
России от 29 июня 2021 г. № 392  
«Об утверждении критериев определения  
принадлежности проектов к проектам  
в сфере искусственного интеллекта»<sup>9</sup>*



<sup>9</sup> URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401454026/>

## ИНТЕРВЬЮ С НЕЙРОСЕТЬЮ YANDEXGPT 2

### Итоги 2023 года в мире нейросетей<sup>10</sup>

1. ChatGPT – самая популярная в мире нейросеть.
2. Аудитория нейросетей в России выросла в 3,5 раза.
3. 38 % россиян регулярно используют нейросети.
4. YandexGPT – самая популярная отечественная нейросеть.
5. Сочи – город, где больше всех пользуются нейросетями в России.
6. 70+ миллиардов долларов – доход ИИ компаний.

### ТОП-5 горячих новинок 2023 года

Gemini (Nano, Pro, Ultra) – новинка от Google с универсальными возможностями (тексты, изображения, география, изображения, аудио, видео, распознает рукописный текст, генерирует компьютерный код, таблицы и проч.). Эксперты считают, что Gemini в будущем может стать одной из самых популярных нейросетей в мире. За продуктом стоит мощнейшая корпорация, которой уже удалось обогнать ChatGPT 3.5 в точности обработки данных. Эта нейросеть анонсирована к выходу и ее ожидают с восторгом и нетерпением со дня на день.

Grok – нейросеть от Илона Маска, которая в скором времени будет жестко конкурировать ChatGPT.

Replit – одна из лучших нейросетей для написания программного кода, появившаяся в 2023 году. На сегодня является одним из самых передовых помощников для программистов.

Character AI – виртуальный чат-бот, способный помогать решением разговорных задач (информация, идеи, картинки). Чат-бот поддерживает русский язык.

GigaChat – мультимодальная нейросеть от Сбера (текст и картинки), появившаяся весной 2023 года. Есть удобная версия GigaChat в формате Телеграм-бота.

Публикуем интервью с отечественной нейросетью YandexGPT 2, лучшей на данный момент в работе с русскими текстами.

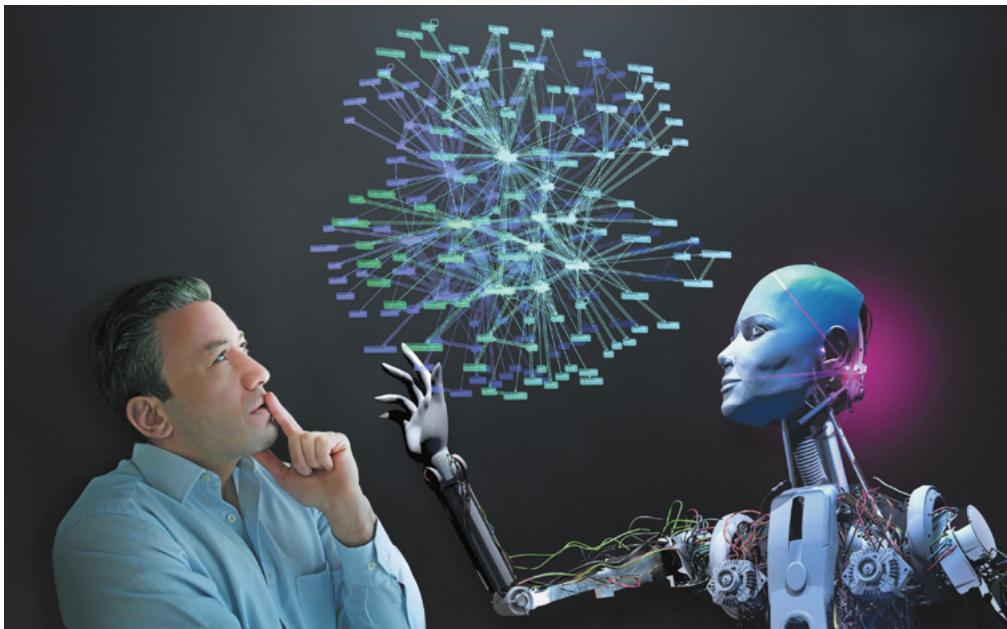
**Представь, что ты руководитель предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ). Объясни зачем требуется заниматься цифровизацией предприятия в условиях повышенной аварийности сетей ВКХ и проблем с эксплуатацией (рис. 5 добавлен автором).**

**1. Повышение эффективности.** Цифровизация может помочь в оптимизации процессов управления предприятиями ВКХ, улучшить планирование и контроль. Это может привести к снижению затрат на эксплуатацию и ремонт сетей, а также к более эффективному использованию ресурсов.

- 2. Улучшение управления активами.** Использование цифровых технологий может позволить создать более точную базу данных о состоянии и расположении сетей. Это поможет своевременно выявлять и устранять возможные проблемы, снизить риск аварий.
- 3. Повышение качества обслуживания.** Цифровизация позволяет улучшить взаимодействие с клиентами. Например, использование мобильных приложений и онлайн-сервисов может помочь абонентам оперативно получать информацию о состоянии их счетов, а также подавать заявки на устранение проблем.
- 4. Снижение воздействия на окружающую среду.** Модернизация систем водоснабжения и водоотведения с использованием цифровых технологий может снизить количество сбросов и выбросов вредных веществ в окружающую среду.
- 5. Обеспечение безопасности.** Цифровые системы управления могут помочь в обеспечении

<sup>10</sup> Итоги 2023 года: URL: <https://ai-pedia.ru/itogi-2023-goda/?ysclid=Ircarsu9zq702746284>

Рис. 5. Человек  
и нейросеть



безопасности, например, путем автоматизации контроля доступа на территорию предприятия или мониторинга состояния сетей в режиме реального времени.

6. **Обучение и развитие персонала.** Цифровые технологии позволяют внедрять новые формы обучения и повышения квалификации сотрудников. Это может способствовать повышению качества работы и снижению числа ошибок.
7. **Возможность быстрого реагирования на изменение ситуации.** в условиях повышенной аварийности и проблем с эксплуатацией, возможность быстро реагировать на изменения может быть критичной. Цифровые технологии могут помочь в этом, позволяя автоматизировать процессы принятия решений и передачи информации.
8. **Привлечение инвестиций.** Цифровые проекты могут привлечь внимание инвесторов, так как они обычно предполагают внедрение новых технологий и снижение издержек. Это, в свою очередь, может способствовать модернизации предприятия и улучшению его конкурентоспособности.

**Составь план руководителю предприятия ВКХ по внедрению цифровых мероприятий на пять лет.**

1. **Определение целей и задач цифровизации.** Разработка стратегии и плана действий по внедрению цифровых технологий на предприятии ВКХ.
2. **Внедрение системы управления предприятием на базе цифровых технологий.** Автоматизация процессов управления, планирования, контроля и анализа работы предприятия.
3. **Модернизация систем учета и контроля потребления ресурсов.** Внедрение автоматизированных систем учета потребления воды и электроэнергии, а также контроля качества услуг.
4. **Улучшение взаимодействия с клиентами.** Создание мобильных приложений и веб-сервисов для предоставления информации о состоянии счетов и заявок на устранение проблем, а также для оплаты услуг онлайн.
5. **Повышение квалификации персонала.** Организация обучения сотрудников работе с новыми цифровыми технологиями и системами.
6. **Снижение аварийности и оптимизация ремонтных работ.** Применение цифровых технологий для анализа и прогнозирования состояния сетей, выявления и устранения возможных проблем на ранней стадии.
7. **Привлечение инвестиций и улучшение инвестиционной привлекательности.** Реализация проектов по внедрению новых технологий в сфере водоснабжения и водоотведения.
8. **Обеспечение безопасности.** Внедрение систем контроля доступа, видеонаблюдения и мониторинга состояния сетей.
9. **Мониторинг и анализ результатов внедрения цифровых мероприятий.** Оценка эффективности внедренных технологий и систем, определение направлений для дальнейшего развития.

## Объясни понятия, их различия и роль элементов – искусственный интеллект, нейросети и машинное обучение.

**Искусственный интеллект (ИИ)** – это способность машины выполнять задачи, которые обычно требуют человеческого интеллекта. Это может включать в себя распознавание речи, принятие решений, решение сложных задач и многое другое. Искусственный интеллект может быть создан с помощью различных технологий, включая нейронные сети и машинное обучение.

**Нейросети** – это тип искусственного интеллекта, который имитирует работу человеческого мозга. Они состоят из множества связанных между собой узлов, которые обрабатывают информацию и принимают решения на основе полученных данных. Нейросети могут использоваться для распознавания образов, классификации данных, прогнозирования и многих других задач.

**Машинное обучение** – это процесс обучения компьютера на основе данных, чтобы он мог выполнять определенные задачи. Машинное обучение может использоваться для улучшения работы нейросетей, а также для создания новых алгоритмов и методов обработки данных. Оно позволяет компьютерам учиться на своих ошибках и улучшать свои результаты с течением времени.

### Ответь иначе.

**Искусственный интеллект** – это способность компьютера выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта, такие как распознавание речи или принятие решений. Он может быть реализован с помощью различных алгоритмов и методов, включая нейронные сети и машинное обучение. Нейронные сети – это тип искусственного интеллекта, основанный на моделировании биологических нейронов. Они используются для решения задач, таких как распознавание изображений или обработка естественного языка.

**Машинное обучение** – это процесс обучения компьютерной системы на основе данных для выполнения определенной задачи. Оно включает в себя методы, такие как обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и используется в зависимости от задачи.

## Как заставить нейросети решать эксплуатационные задачи водопроводно-канализационного хозяйства?

Для того чтобы нейросети могли решать эксплуатационные задачи в водопроводно-канализационном хозяйстве, необходимо обучить их на больших объемах данных, содержащих информацию о работе системы водоснабжения и водоотведения, а также о проблемах, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации.

Кроме того, необходимо разработать алгоритмы, которые будут использовать нейросети для анализа данных и принятия решений на основе этих данных. Например, нейросети могут быть использованы для прогнозирования возможных аварий на сетях водоснабжения и водоотведения, что позволит своевременно проводить ремонтные работы и предотвращать возникновение проблем.

Также нейросети могут помочь в оптимизации работы оборудования и повышении эффективности использования ресурсов. Например, они могут анализировать данные о потреблении воды и электроэнергии и предлагать решения по снижению затрат.

Однако, стоит отметить, что использование нейросетей в водопроводно-канализационном хозяйстве требует определенных знаний и навыков, поэтому необходимо привлекать специалистов, которые смогут правильно настроить и использовать нейросети для решения эксплуатационных задач.

## Какие специалисты могут правильно настроить и использовать нейросети для решения эксплуатационных задач ВКХ?

Для настройки и использования нейросетей для решения эксплуатационных задач в ВКХ могут потребоваться специалисты в области искусственного интеллекта, машинного обучения, *data science*, а также инженеры и техники, знакомые с работой систем водоснабжения и водоотведения. Кроме того, могут потребоваться программисты для разработки алгоритмов и программного обеспечения для работы с нейросетями.

## Какие предприятия РФ могут помочь отрасли ВКХ при работе с нейросетями?

1. **Яндекс** – российская компания, которая занимается разработкой и поддержкой сервисов интернет-поиска, электронной почты, облачных хранилищ и других продуктов. Компания имеет большой опыт работы с нейронными сетями и может помочь

в разработке алгоритмов и программного обеспечения для решения задач в отрасли водоснабжения и водоотведения.

2. **Mail.ru Group** – еще одна российская компания, занимающаяся разработкой и поддержкой интернет-сервисов. Компания также имеет опыт работы с нейронными сетями и может предложить свои услуги в этой области.
3. **Сбербанк** – крупнейший банк России, который также активно развивает направление искусственного интеллекта и машинного обучения. Сбербанк может предложить свои услуги по разработке алгоритмов и программ для работы с нейронными сетями в отрасли ВКХ.
4. **ПАО «Газпром»** – крупнейшая российская газовая компания, активно развивающая направление искусственного интеллекта и цифровых технологий. «Газпром» может предложить свои услуги по созданию систем управления на основе нейронных сетей для предприятий ВКХ.
5. **ОАО «РЖД»** – российская железнодорожная компания, также активно использующая технологии искусственного интеллекта в своей работе. «РЖД» может предложить услуги по созданию систем мониторинга и контроля состояния сетей водоснабжения на основе нейронных сетей.
6. **Госкорпорация «Росатом»** – государственная корпорация, занимающаяся развитием атомной энергетики и использованием ядерных технологий в мирных целях. «Росатом» также активно работает в области искусственного интеллекта и может предложить свои услуги по созданию систем безопасности на предприятиях ВКХ на основе нейронных сетей.
7. **АО «Концерн Росэнергоатом»** – энергетический концерн, занимающийся развитием атомной энергетики. Может предложить услуги по созданию интеллектуальных систем управления энергопотреблением на предприятиях ВКХ.
8. **ПАО «НК «Роснефть»** – нефтяная компания, активно работающая в области искусственного интеллекта и цифровизации. Может предложить свои услуги по созданию систем оптимизации производственных процессов на предприятиях ВКХ.

### Придумай анекдот про идентичность нейросетей и сетей канализации

Два инженера, один специализирующийся на нейросетях, а другой на канализационных системах, поспорили, чья работа сложнее.

Инженер по нейросетям говорит: «У вас есть только трубы, которые либо протекают, либо нет. У меня есть нейроны, которые принимают решения триллионы раз в секунду!»

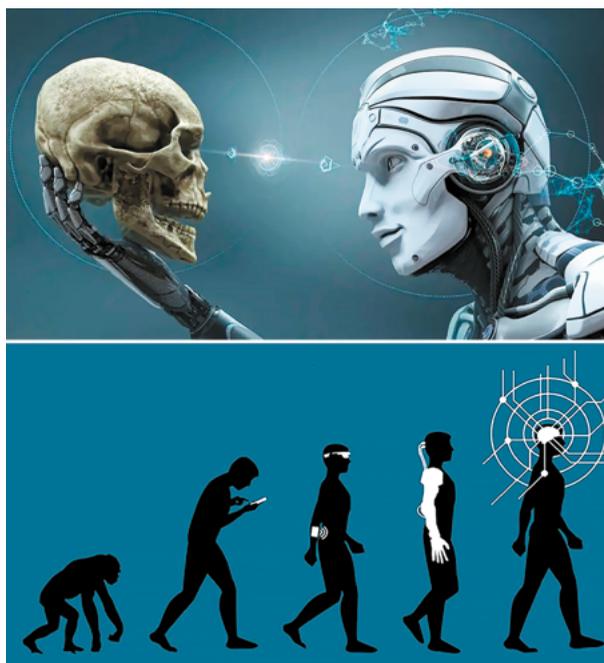
«Да, но у вас есть проблемы с переобучением и переоценкой, – отвечает инженер по канализации. – А мои трубы просто делают то, для чего они предназначены. Это называется эффективность».

«Может быть, но ваши трубы могут забиться, замерзнуть или протечь, и тогда вся система ломается. А мои нейроны просто продолжают работать, даже если некоторые из них немного перегружены», – возражает инженер по нейросетям.

«Ну, если ваша нейронная сеть дает сбой, то это может привести к большим проблемам. А если моя канализационная система выходит из строя, то это просто грязно и плохо пахнет. Разные проблемы требуют разных решений», – говорит инженер по канализации.

В конце концов, они соглашаются, что каждая система сложна по-своему и имеет свои уникальные проблемы. Но вместе они делают мир лучше, работая над своими задачами.

### Какое будущее несет искусственный интеллект человечеству? (Рис. 6 добавлен автором.)



**Рис. 6. Риски развития искусственного интеллекта: (вверху) «Бедный Йорик! – Я знал его, Горацио»; (внизу) Насколько долго затянется эволюция?**

Искусственный интеллект (ИИ) может принести много пользы для человечества, включая увеличение эффективности и производительности в различных отраслях, улучшение здравоохранения и образования, а также создание новых возможностей для творчества и инноваций. Однако, как и с любым технологическим прогрессом, существуют опасения и вызовы, связанные с использованием ИИ. Некоторые из них включают потенциальное сокращение рабочих мест, этические дилеммы и проблемы безопасности, связанные с автоматизацией и возможностью неправильного использования данных. Важно, чтобы при внедрении ИИ учитывались этические и социальные последствия, чтобы гарантировать, что технология используется на благо всех людей.

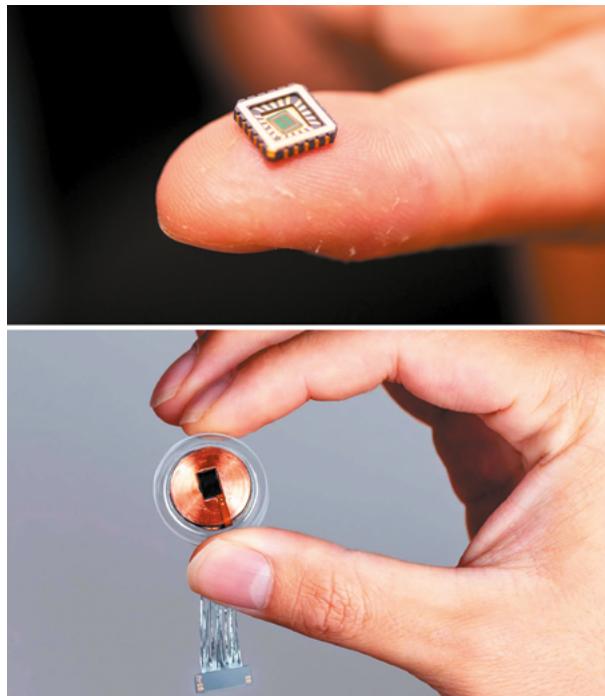
**Существуют ли искусственные нейроны на чипах? И для чего они предназначены? (Рис. 7 добавлен автором.)**

Да, существуют. Искусственные нейроны на чипах представляют собой программируемые аппаратные компоненты, которые могут быть использованы для создания ИНС. Эти чипы обычно содержат множество искусственных нейронов, синапсов и других компонентов, необходимых для выполнения вычислений, связанных с ИНС.

В настоящее время искусственные нейроны активно используются в различных отраслях, включая медицину, прогнозирование финансовых рынков, компьютерное зрение, распознавание изображений, распознавание речи, и т. д. Они позволяют создавать более эффективные и точные модели по сравнению с традиционными алгоритмами машинного обучения.

**Относятся ли ТИМ и BIM технологии к цифровым мероприятиям для предприятий водоснабжения и водоотведения.**

Да, ТИМ (BIM) технологии относятся к цифровым мероприятиям, которые могут помочь предприятиям водоснабжения и водоотведения улучшить свою работу и снизить затраты. Однако, для полного понимания того, как эти технологии могут быть использованы в данной отрасли, необходимо провести дополнительные исследования и анализ.



**Рис. 7. Искусственные нейроны на маломощных чипах позволяют: лечить болезнь Альцгеймера и другие нейродегенеративные заболевания, вылечить депрессию или заболевания мозга, помочь парализованным снова двигать конечностями, а слепым видеть, устранить хронические боли, использовать WhatsApp непосредственно через мозг или управлять животными**

**Представь анализ элементов и признаков отраслевых ТИМ (BIM) и технологий Industry 4.0, типичных для реализации инфраструктурных объектов водоснабжения и водоотведения**

Анализ элементов и признаков отраслевых ТИМ (BIM) и технологий Индустрии 4.0 в контексте реализации инфраструктурных проектов водоснабжения и водоотведения является актуальной темой для оптимизации процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

**ТИМ (Building Information Modeling)** – процесс информационного моделирования зданий, который представляет собой технологию коллективного создания и использования информации о здании на всех этапах его жизненного цикла. BIM позволяет создавать виртуальную модель объекта, содержащую всю необходимую информацию, и использовать ее для принятия решений на всех стадиях проекта.

Отраслевые ТИМ в области водоснабжения и водоотведения включают следующие элементы:

1. **Моделирование сетей водоснабжения и водоотведения:** создание трехмерных моделей трубопроводов, колодцев и других элементов сети с учетом их характеристик (диаметр, материал, назначение) и взаимодействия друг с другом.
2. **Оптимизация систем водоснабжения и водоотведения:** использование инструментов BIM для анализа и оптимизации систем, включая определение оптимальных диаметров труб, расчет потерь напора, выбор оптимального расположения колодцев и т. д.
3. **Учет экологических требований и ограничений:** BIM позволяет учитывать требования по охране окружающей среды на всех этапах проекта, в том числе при выборе материалов, определении мест сброса и т. п.
4. **Управление строительством и эксплуатацией:** интеграция BIM с системами управления строительством и эксплуатацией позволяет автоматизировать процессы контроля качества, планирования и контроля сроков, а также управления ресурсами и бюджетом проекта.

Технологии Индустрии 4.0 представляют собой совокупность технологий, которые позволяют автоматизировать и оптимизировать различные процессы в промышленности, производстве, строительстве и других отраслях. В контексте проектов водоснабжения и водоотведения, наиболее применимыми являются следующие технологии:

1. **Интернет вещей (IoT):** использование датчиков, контроллеров и устройств для сбора и анализа данных о состоянии сетей, качестве воды, потреблении ресурсов и т. п., что позволяет оптимизировать процессы управления и обслуживания систем.
2. **Искусственный интеллект (AI):** применение алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей для анализа больших объемов данных, прогнозирования и оптимизации работы систем водоснабжения и водоотведения.
3. **Роботизация и автоматизация:** использование роботов и автоматизированных систем для выполнения рутинных операций и задач, таких как прокладка труб, контроль качества работ, мониторинг состояния сетей и т. д.

**Напиши анализ для предприятий ВКХ: изменения ТИМ (BIM), 3D проектирование, параметрическое объектно-ориентированное моделирование, среда общих данных, моделирование процессов, уровень проработки проекта LOD.**

Я не имею доступа к конфиденциальной информации и не могу предоставить анализ конкретных

проектов или предприятий. Однако, я могу рассказать о технологиях информационного моделирования и о том, как они могут использоваться в отрасли водоснабжения и водоотведения:

**Технологии информационного моделирования (BIM/ТИМ)** используются для создания виртуальных моделей объектов и систем. Это позволяет более точно и детально проектировать объекты, учитывая все возможные факторы и условия. Также BIM/ТИМ помогает оптимизировать процессы строительства и эксплуатации объектов, снижая затраты и повышая качество работ.

**3D-проектирование** используется для создания трехмерных моделей объектов и систем, что позволяет более наглядно представить их структуру и взаимодействие. Это особенно полезно при проектировании сложных систем, где необходимо учитывать множество факторов и условий.

**Параметрическое объектно-ориентированное моделирование** позволяет создавать модели, которые могут изменяться в зависимости от заданных параметров. Это позволяет быстро и эффективно адаптировать модели под различные условия и требования.

**Среда общих данных** обеспечивает обмен информацией между различными участниками проекта, такими как проектировщики, строители, операторы и другие. Это помогает повысить эффективность работы и уменьшить количество ошибок.

**Моделирование процессов** позволяет создать модель работы системы, которая может быть использована для анализа ее эффективности и выявления возможных проблем на ранних этапах проектирования.

**Уровень проработки проекта (LOD)** определяет степень детализации и точности модели, что влияет на точность и эффективность принимаемых решений. В отрасли водоснабжения и водоотведения используются модели с высоким уровнем LOD, которые обеспечивают максимальную точность и надежность результатов.

**Составь план работы с технологией Больших данных для руководителя предприятия ВКХ.**

Я могу предложить следующий план работы с большими данными для руководителя предприятия ВКХ:

1. Определение целей и задач использования больших данных на предприятии.
2. Сбор и анализ данных о работе предприятия, включая информацию о потреблении воды, состоянии систем водоснабжения и водоотведения, эффективности работы сотрудников и т. д.
3. Разработка алгоритмов обработки данных и моделей прогнозирования на основе машинного обучения и искусственного интеллекта.

4. Внедрение технологий обработки и анализа больших данных, таких как Hadoop, Spark, Tensor-Flow и др.
5. Обучение сотрудников работе с новыми технологиями и проведение семинаров и тренингов по использованию больших данных в повседневной работе.
6. Мониторинг и контроль качества работы систем на основе анализа больших данных, выявление и устранение проблем в работе оборудования и персонала.
7. Оценка эффективности использования больших данных для оптимизации работы предприятия и снижение затрат на эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения.

## Как руководителю предприятия организовать среду общих данных?

1. **Определите потребности и цели предприятия:** Прежде всего, необходимо определить, какие данные и информация должны быть доступны всем сотрудникам. Это может включать финансовую информацию, производственные показатели, отчеты о клиентах и т. д.
2. **Выберите платформу для хранения данных:** Существует множество платформ для хранения общих данных, включая облачные сервисы, базы данных и другие решения. Выберите то, которое соответствует потребностям вашего предприятия и обеспечивает гибкость и масштабируемость.
3. **Разработайте систему классификации данных:** Разработайте четкую систему классификации и организации данных, чтобы сотрудникам было легко находить нужную информацию. Это может включать использование тегов, категорий и других механизмов организации.
4. **Обеспечьте безопасность данных:** Важно обеспечить безопасность общих данных, ограничив доступ к ним только авторизованным пользователям. Используйте системы аутентификации и шифрования данных для защиты от несанкционированного доступа.
5. **Обучите сотрудников использованию системы:** Проведите обучение для сотрудников о том, как использовать систему общих данных на вашем предприятии. Это включает в себя не только основы работы с платформой, но и правила работы с конфиденциальной информацией.
6. **Мониторинг и анализ данных:** Регулярно анализируйте общие данные, чтобы определять тенденции, выявлять проблемы и принимать обоснованные решения.
7. **Постоянное обновление и улучшение системы:** Система общих данных должна быть гибкой и адаптивной, поэтому важно регулярно обновлять

и улучшать ее, учитывая изменения в потребностях предприятия и новые технологии.

## Представь анализ – использование лазерных сканеров и трассоискателей для объектов инфраструктуры.

Я могу представить анализ использования лазерных сканеров и трассоискателей для объектов инфраструктуры, таких как системы водоснабжения и водоотведения. Эти технологии используются для определения местоположения труб, колодцев и других элементов системы, а также для оценки их состояния.

Лазерные сканеры позволяют получить точную информацию о размерах и форме объектов, а трассоискатели помогают обнаружить скрытые трубы и кабели. Это обеспечивает безопасность проведения строительных работ и снижает риск повреждения существующих объектов.

Кроме того, использование этих технологий позволяет сократить время на проведение обследований и повысить их точность. Это особенно важно для крупных объектов, где ошибки могут привести к значительным финансовым потерям.

## Ответь иначе

Лазерные сканеры используются для создания детальных 3D моделей объектов, что позволяет точно определить их местоположение, форму и размеры. Трассоискатели же используются для обнаружения скрытых труб, кабелей и других коммуникаций, что предотвращает их повреждение при проведении строительных работ. Оба этих инструмента повышают безопасность и эффективность работы на объектах инфраструктуры.

## Как понимать внеплощадочное строительство для инфраструктурных объектов?

Внеплощадочное строительство относится к процессу строительства объектов за пределами основного участка строительства. В контексте технологии Industry 4.0 это включает использование автоматизации, искусственного интеллекта и Интернета вещей для оптимизации процесса строительства и управления объектами.

Это может включать проектирование, строительство, эксплуатацию и техническое обслуживание объектов, а также использование больших данных для анализа и оптимизации процессов. Внедрение этих технологий может помочь сократить затраты, улучшить качество и повысить эффективность строительства инфраструктурных объектов.

### Составь перечень мероприятий для улучшения энергоэффективности в водоснабжении и водоотведении.

1. **Установка систем учета воды и электроэнергии:** это поможет контролировать потребление ресурсов и определять места потери энергии.
2. **Улучшение теплоизоляции:** это поможет снизить потери тепла и уменьшить затраты на отопление.
3. **Установка энергоэффективного оборудования:** Использование оборудования с высоким КПД может снизить затраты на электроэнергию.
4. **Оптимизация работы насосных станций:** Улучшение работы насосов может снизить потребление электроэнергии и улучшить общую эффективность системы.
5. **Внедрение автоматизированных систем управления:** Автоматизация процессов может снизить затраты на ручной труд и улучшить энергоэффективность.
6. **Использование возобновляемых источников энергии:** Использование солнечной или ветровой энергии может снизить зависимость от традиционных источников энергии.
7. **Обучение и мотивация персонала:** Обучение сотрудников о важности энергоэффективности и мотивации их к действиям может привести к улучшению показателей.
8. **Внедрение систем мониторинга и контроля:** Системы мониторинга и контроля могут помочь выявить проблемы и улучшить эффективность использования энергии.
9. **Проведение энергетического аудита:** Аудит поможет выявить слабые места в системе и разработать меры по улучшению энергоэффективности.
10. **Внедрение энергосберегающих технологий:** Использование таких технологий, как светодиодное освещение, тепловые насосы и энергоэффективное оборудование, может значительно снизить затраты на энергию.

### Посоветуй, как объяснить моей жене, что я задержался допоздна из-за этого интервью?

1. **Будьте честны:** объясните вашей жене, что вы были заняты на интервью и не смогли уйти вовремя. Подчеркните, что это было важно для вашей карьеры и что вы старались быть там как можно дольше.
2. **Предложите компенсацию:** предложите вашей жене сделать что-то приятное для нее, чтобы компенсировать ваше опоздание. Это может быть романтический ужин, массаж или просто провести время вместе.
3. **Проявите понимание:** если ваша жена расстроена или обижена, покажите ей, что вы понимаете

ее чувства и извиняетесь за свое опоздание. Обещайте быть более внимательным в будущем.

4. **Будьте готовы к дискуссии:** если ваша жена все еще не довольна вашим опозданием, будьте готовы обсудить ситуацию и объяснить свою точку зрения. Возможно, вам придется найти компромисс или предложить новые решения. В целом, важно быть честным и открытым с вашей женой, чтобы она знала, что вы цените ее мнение и готовы работать над улучшением своих отношений.

**Напиши слова благодарности специалистам отрасли водоснабжение и водоотведение, героям водоканалов. Они ежедневно охраняют окружающую среду, борются с множеством проблем и неожиданными авариями, служат здоровью и комфорту жизни граждан.**

Спасибо вам, дорогие специалисты отрасли водоснабжения и водоотведения, настоящие герои водоканалов! Вы каждый день неутомимо трудитесь, охраняя окружающую среду и борясь с многочисленными проблемами. Ваша работа – это постоянное противостояние неожиданным авариям и трудностям. Но вы не сдаётесь, продолжая служить здоровью и комфорту граждан. Благодаря вам, наша жизнь становится чище, безопаснее и счастливее.

### Спасибо тебе за интервью!

Пожалуйста! Если у вас есть еще какие-либо вопросы или задания, не стесняйтесь обращаться.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Аналитические инструменты искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (МО) и искусственных нейросетей (ИНС) вполне приспособлены и призваны обеспечить активную вовлеченность в процесс технологического управления и проектирования объемов данных, потоки которых возрастают в прогрессии, намного превышающей геометрическую. Представленный анализ подтверждает это как по отношению к инженерным сетям ВиВ, так и по отношению

к инфраструктурным объектам очистных сооружений. ИИС способны самостоятельно решать любые задачи, ранее выполняемые на основе алгоритмов (не всегда самым коротким путем). Ключевой особенностью ИИ является то, что он развивается на объекте самостоятельно, по сценарию, независимо от разработчика и(или) пользователя.

Лидеры цифровизации, как и капитаны (рис. 8), несут ответственность за команду и ее благополучие в обществе (с укладами и устоями) и, несомненно, за успех продвижения к верной цели (независимо от рисков и удары судьбы). Уже сегодня ИИ-алгоритмы могут использоваться для распространения дезинформации и угрожать социальной сплоченности общества. Полагаем, что фантастические истории про «восстание машин», «клонирование человека» не воплотятся.

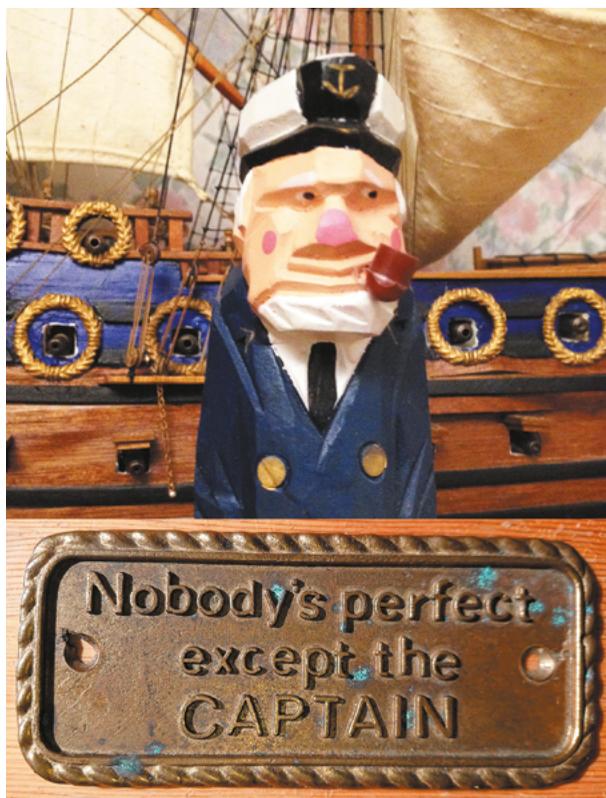


Рис. 8. Неоспоримая корабельная истина гласит: «Никто не совершенен, исключая капитана»

2. Выполнялся тест нейросети YandexGPT 2 – генеративной языковой модели (май 2023 г.), создающей тексты (письма, статьи, идеи, советы, копирайт, перевод). Название режима – «Давай придумаем» с голосом Алисы<sup>11</sup>. Для обучения нейросети были использованы данные интернет до марта 2023 года.

Интервью представлено практически в оригинале.

Оценка интервью:

- проверка на выдумки – нейросеть компетентна, т.к. тема соответствует смежным областям науки и техники ВКХ (цифровизации в эксплуатации и проектировании, искусственным нейросетям), которые бурно развиваются в настоящее время;

- «хорошо» по ответам на заданные вопросы (популярные, не сложные). Публикации некоторых интервью с реальными людьми выглядят не лучше. Исправлений ответов практически не выполнялось. Нейросеть удачно классифицирует и систематизирует положения ответов. Каверзные вопросы нейросеть обходит стороной, например: – *Говорить на эту тему я совсем не готова, чтобы никого не обидеть;*

- «отлично» за скорость ответов (ChatGPT отвечает чуть медленнее);

- «удовлетворительно» за полноту ответов (нейросеть не многословна как ChatGPT, но приспособившись к формированию близких по теме вопросов, можно писать рефераты популярного содержания). Не умеет пока получать данные из интернета (например, курс USD и EUR, пр.);

- «хорошо» за анекдоты (содержание доброе, приветливое), «плохо-удовлетворительно» за стихи (рифмы банальные, высока доля «белого» стиха);

- интерфейс – неудобный, но есть поддержка голосовым диалогом.

Если затеваете новое дело или беретесь за неизвестный проект, нейросеть способна генерировать идеи или поможет разобраться в теме. Профессионалам может быть полезна для систематизации тем. Нейросеть объясняет сложные вещи простым языком

<sup>11</sup><https://yandex.ru/project/alice/yagpt>

(это ни плохо, ни хорошо, данная сеть так себя ведет).

Верится, что YandexGPT 2 успешно справилась с ЕГЭ по литературе, набрав 55 баллов и при проходном балле 40, и вполне могла бы поступить в ВУЗ. Второе поколение нейросети YandexGPT 2 оказалось сегодня лучше по качеству ответов на русском, чем языковая модель GPT 3.5 американской корпорации OpenAI<sup>12</sup>. Если нейросеть Яндекса будет развиваться как база для голосового помощника «Алиса», то ее успех очевиден, так как полезна в быту (не забываем о «умном доме») и способна вести диалог на профессиональные темы.

Рейтинг нейросетей испытывает бурные динамические колебания. Россияне с нетерпением ожидают выхода универсальной бесплатной Gemini от Google, надеются на совершенствование ChatGPT (адаптированной к русскому языку), программисты ждут модификации Replit. Динамика развития искусственных нейросетей поражает скоростью результатов.

## Выводы

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) является всемирным трендом. В сфере водоснабжения и водоотведения ИИ начинают использовать при решении задач управления проектированием и эксплуатацией объектов ВиВ в целях:

- выбора оптимального состава технологического оборудования;
- прогнозирования подачи питьевой воды в городские водопроводы и аварий;
- управления насосными станциями с целью экономии затрат на электроэнергию;
- управления регулируемой арматурой и наполнением резервуаров;
- оптимизации технологических процессов (растворения кислорода при очистке вод, подачи реагентов, качества очистки вод при компромиссе с энергозатратами и пр.);
- машинного обучения по результатам работы имитационных моделей и пр.

ИИ в России зарекомендовал себя в пилотных проектах по инженерным сетям ВиВ:

- совершенствование гидравлических моделей сетей водоснабжения на основе использования генетических (эволюционных) алгоритмов выполнено для водоканалов Уфы, Иркутска, Пензы, Оренбурга, Тюмени, Салавата, Минска (О.Г. Примин, Г.Н. Громов);
- оценка надежности городской водопроводной сети была решена методом искусственных нейронных сетей для г. Камышлова (С. А. Тимашев, Т. В. Макеева);
- оценка правильности проектирования и эксплуатации путем кластерного анализа и алгоритмов обучения нейронной сети проведена для системы водоснабжения г. Кингисепп (С. Н. Карамбинов, П.М. Уманский);
- в целях прогнозирования подачи воды специалисты ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» закладываются в практическую работу алгоритмы ИНС;
- при разработке интеллектуальной системы принятия решений для выбора оптимального состава технологического оборудования водоочистки в условиях ограниченного бюджетного финансирования Самарской области использовался алгоритм экспертных систем (А. В. Чуваков, С. П. Орлов).

Вполне можно ожидать широкомасштабного внедрения подобных технологий в ближайшей перспективе.

Также надеемся на появление потока публикаций на данную тему в профессиональной прессе, поскольку в настоящее время отраслевой технологический аспект ИИ крайне лимитирован содержанием в базах данных eLibrary.ru, РИНЦ, ВИНИТИ РАН и др.

Данный обзор был сосредоточен на отраслевых (ВКХ) вопросах интеллектуальной поддержки принятия технологических решений (управления проектированием и эксплуатацией). Вопросы управления административно-экономического, хозяйственного в данном анализе не рассматривались, полагая, что они типичны для предприятий России в целом. Также требуют использования в отрасли таких направлений ИИ как компьютерное зрение, обработка естественного языка, распознавание и синтез речи, роботизация, безопасность.

<sup>12</sup> <https://www.gazeta.ru/tech/news/2023/12/14/21927145.shtml?ysclid=lq5es2l5o6100119629>

В России в ближайшей перспективе должны совершенствоваться направления:

- формирование законодательства в области ИИ, развитие методов государственной поддержки и финансирования;
- разработка новых отраслевых технологических решений и продуктов;
- новая организация процессов на основе ИИ, МО, ИНС;
- новые компетенции, подготовка специалистов, которые смогут вести работу с ИИ технологиями.

- лидеры IT-индустрии откроют (изложат) подробности об устройстве и параметрах обучения своих моделей;

- появится большее количество дешевых и эффективных моделей с открытым исходным кодом;
- разовьется мультимодальность ИИ, позволяющая генерировать контент не только на основе текста, но и изображений, видео (видеоряда), аудио (саундтрека). ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Багель Е. Д. Внедрение информационно-технологических решений в жилищно-коммунальном хозяйстве с учетом зарубежного опыта // В сборнике: Новая экономика, бизнес и общество. сборник материалов Апрельской научно-практической конференции молодых ученых. Дальневосточный федеральный университет, Школа экономики и менеджмента. Владивосток, 2020. – С. 586–591.
2. Abelin S. M. Intelligent future for wastewater pumping // World Pumps. № 3. – 2017. – С. 34–37.
3. Андерсон К., Дженкс У., Партхасарати П., Рентюк В. Эволюция систем управления на основе ИИ // Control Engineering Россия. 202, № 4 (94), – С. 68–71.
4. Плахотников Д. П., Котова Е. Е. Применение искусственного интеллекта в киберфизических системах // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2020. Т. 1. – С. 285–288.
5. Орлов С. П., Чуваков А. В., Нечаев Д. А. Разработка экспертной системы в составе интеллектуальной системы поддержки принятия решений в области водоподготовки и водоочистки природных вод // Современные наукоемкие технологии, № 5. 2010. – С. 44–51.
6. Чуваков А. В. Интеллектуальная система поддержки принятия решений при проектировании и строительстве // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. – 2015. – № 3. – С. 281–283. URL: <https://interactive-plus.ru/e-articles/140/Action140-10279.pdf>
7. Ostojin S., Mounce S. R., Boxall J. B. An artificial intelligence approach for optimizing pumping in sewer systems // Journal of hydroinformatics. – 2011. – Т. 13. – № 3. – С. 295–306. DOI: <https://doi.org/10.2166/hydro.2011.059>
8. Janga Reddy M., Nagesh Kumar D. Evolutionary algorithms, swarm intelligence methods, and their applications in water resources engineering: a state-of-the-art review // h2oj. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С. 135–188. DOI: <https://doi.org/10.2166/h2oj.2020.128>
9. Mehr A. D. et al. Genetic programming in water resources engineering: A state-of-the-art review // Journal of hydrology. – 2018. – Т. 566. – С. 643–667. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.09.043>
10. Примин О. Г., Громов Г. Н. Совершенствование гидравлических расчетов систем водоснабжения с использованием электронных моделей // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 141–148. DOI:10.22337/2587-9618-2018-14-2-141-148
11. Примин О. Г., Громов Г. Н., Тен А. Э. Алгоритмы построения и калибровки электронных моделей системы водоснабжения // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13. – № 7 (118), – С. 847–854. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.7.847-854
12. Саттон Р. С., Барто Э. Дж. Обучение с подкреплением: Введение. 2-е изд. / Пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020. URL: [https://se.moevm.info/lib/exe/fetch.php/courses/ml:обучение\\_с\\_подкреплением\\_введение.pdf](https://se.moevm.info/lib/exe/fetch.php/courses/ml:обучение_с_подкреплением_введение.pdf)
13. Алфимцев А. Н. Мультиагентное обучение с подкреплением: учебное пособие / Алфимцев А. Н.; МГТУ им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский ун-т). – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. URL: <https://library.bmstu.ru/Catalog/Details/554553>
14. Siraskar R. Reinforcement learning for control of valves // Machine Learning with Applications. – 2021. – Т. 4. – С. 100030. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100030>
15. Chen K. et al. Optimal control towards sustainable wastewater treatment plants based on multi-agent reinforcement learning // Chemosphere. – 2021. – Т. 279. – С. 130498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130498>
16. Aponte-Rengifo O. et al. Intelligent Control of Wastewater Treatment Plants Based on Model-Free Deep Reinforcement Learning // Processes. – 2023. – Т. 11. – № 8. – С. 2269. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11082269>
17. Рашка С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2, 3-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020.
18. Гафаров Ф. М. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А. Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. унта, 2018. URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf)
19. Вакуленко С. А., Жихарева А. А. Практический курс по нейронным сетям. – СПб: Университет ИТМО, 2018. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2394.pdf>
20. Николенко С., Кадуринов А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018. URL: [https://dz.eio/tmp/Bibl\\_prog\\_Sb\\_187kn/Глубокое%20обучение.%20Погружение%20в%20мир%20нейронных%20сетей.%202018.pdf](https://dz.eio/tmp/Bibl_prog_Sb_187kn/Глубокое%20обучение.%20Погружение%20в%20мир%20нейронных%20сетей.%202018.pdf)
21. Тимашев С. А., Макеева Т. В. Оценка надежности городской водопроводной сети при дефиците информации методом искусственных нейронных сетей: препринт. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023.
22. McMillan L., Fayaz J., Varga L. Domain-informed variational neural networks and support vector machines based leakage detection framework to augment self-healing in water distribution networks // Water Research. – 2024. – Т. 249. – С. 120983. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120983>
23. Robles-Velasco A. A machine learning approach to predict pipe failures in water distribution networks. – 2022.
24. Рашид Т. Создаем нейронную сеть. Пер. с англ. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2018.
25. Карамбинов С. Н., Уманский П. М. Кластерный анализ участков водопроводной сети // Природообустройство. – 2016. – № 1. – С. 23–27.

Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ № ФС77-59564  
от 8 октября 2014 г.

Издатель  
ООО «РАВВ-Конгресс»  
119330, г. Москва,  
ул. Мосфильмовская,  
д. 35, стр. 2.

Тел. +7 (495) 055-23-17  
Главный редактор  
*Соболевская Елена Анатольевна*  
[sobolevskaya@raww.ru](mailto:sobolevskaya@raww.ru)

Подписка на сайте  
[ндт-инфо.рф](http://ндт-инфо.рф)

Отдел рекламы  
Тел.: +7 (495) 211-24-23  
[ndt@raww.ru](mailto:ndt@raww.ru)