

## Круглый стол

### Компоненты Индустрии 4.0: Искусственный интеллект

Мы продолжаем серию публикаций, посвященных различным аспектам складывающегося в мировом масштабе нового технологического уклада, за которым утвердилось название “Индустрия 4.0”, применительно к их реализации в сфере промышленного производства. В сегодняшнем обсуждении речь пойдет о технологиях Искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI). По самой своей сути Искусственный интеллект нацелен на все более всеобъемлющий охват данных, и закономерно, что встраивание AI-средств в производственные информационные системы, когда все более эффективные алгоритмы машинного обучения непрерывно обучаются анализировать все большие объемы поступающей к ним информации, приведет уже в недалеком будущем к тому, что системы AI будут оказывать определяющее влияние на развитие предприятий и целых отраслей. Неудивительно, что многие страны уже приняли государственные стратегии развития Искусственного интеллекта, и Россия в этом отношении не отстает от остального мира, поставив в рамках национального проекта “Цифровой экономики” приоритетную задачу осуществления конкурентоспособных разработок в этом направлении. Обсудить актуальные на данном этапе вопросы внедрения концепции и инструментов AI в российском промышленном секторе собрались за нашим виртуальным Круглым столом эксперты компаний – ключевых разработчиков платформ и решений на основе Искусственного интеллекта и их партнеров.

#### В Круглом столе принимают участие:

**Вячеслав Елагин**, менеджер по продажам серверов для высокопроизводительных вычислений, компания НРЕ в России;

**Дмитрий Кудинов**, Sr. Data Scientist, компания Esri;

**Дмитрий Лежнин**, начальник технического отдела, ЗАО “ТЕХНОЛИНК” (официальный партнер и дистрибьютор GE Digital на территории РФ и СНГ);

**Алексей Леонтович**, заместитель генерального директора, компания SAP CIS.

**Иван Некрасов**, архитектор программных решений, компания GE Digital;

**Елена Никольская**, руководитель направлений Индустрии 4.0: IoT и AR, компания PTC;

**Александр Овчинников**, ведущий бизнес-архитектор, компания Datana (Группа компаний ЛАНИТ);

**Иван Пятернев**, senior Data Science, компания КРОК;

**Олег Саенко**, ведущий консультант по технологиям IoT, компания Cisco;

**Дмитрий Соколов**, эксперт управления “Цифровое производство”, компания Siemens в России;

**Владимир Хрящев**, к.т.н., руководитель центра искусственного интеллекта и цифровой экономики, Ярославский государственный университет (ЯрГУ) им. П. Г. Демидова;

**Александр Шумилин**, менеджер по продуктам, компания НРЕ в России.

**– Для каких задач в реальном секторе экономики уже сегодня применяются разработки в области AI? Какие преимущества они могут обеспечить на разных уровнях производственной и IT-инфраструктуры предприятия? Имеются ли уже примеры конкретных работающих решений на базе Искусственного интеллекта в российских производственных компаниях?**

**Олег Саенко, компания Cisco.** Решения в области Искусственного интеллекта являются сегодня неотъемлемой частью реализации проектов в рамках Индустрии 4.0. Перевод в цифровой формат многих производственных процессов или средств их контроля приводит к необходимости собирать большой объем данных, “на лету” их обрабатывать и реагировать в случае обнаружения каких-либо отклонений от заданных нормативов. Такого рода решения востребованы в части контроля производства (контроль качества), проактивного мониторинга самого оборудования (предиктивная аналитика по снижению простоев), анализа производственных

ситуаций по нескольким параметрам (корреляция различных данных и локального принятия решения в рамках производственного процесса). Также Искусственный интеллект активно задействован в автоматизации самих процессов, когда рутинные операции переводятся на роботизированные комплексы. Цель такого рода внедрений очевидна – повышение качества производимых операций и, соответственно, продукции при снижении эксплуатационных расходов.

**Вячеслав Елагин, компания НРЕ.** Реальный сектор экономики весьма требователен к зрелости используемых технологий, поэтому технологии ИИ находят свое применение преимущественно в тех областях, где они уже достаточно созрели – распознавание изображений и речи, а также преобразование речи в текст. Для некоторых применений возможности ИИ уже превышают возможности человека. Возьмем для примера технологию распознавания изображений. Здесь ИИ найдет свое применение везде, например для контроля качества (сварных швов, сборки многокомпонентных продуктов, упаковки готовых изделий и т.д.), в системах безопасности различного назначения – от определения наличия средств индивидуальной защиты до определения фактов насилия. Применений может быть очень много. И в этом кроются две проблемы. Первая – не многие знают, с чего начать, вторая – нет решений из коробки. Компания НРЕ является признанным в мире изготовителем аппаратных платформ, но ни одна аппаратная платформа не сможет работать без такого же надежного программного обеспечения. Внедрение ИИ – всегда комплексный проект, в котором задействовано много участников, и прежде чем его запустить, функциональный заказчик должен иметь очень четкое представление, какое значение, какую добавленную стоимость этот проект будет иметь для его компании. Мы помогаем нашим заказчикам сделать этот первый шаг – понять, где целесообразно применение технологий ИИ и какой эффект получит предприятие от их внедрения. Наша методология основана на мировом опыте внедрения решений ИИ для многих заказчиков из разных областей – от производства до розничных сетей.

**Иван Пятернев, компания КРОК.** Технологии машинного обучения и Искусственного интеллекта уже достаточно широко применяются для повышения производительности предприятий и оптимизации производственных процессов. Например, одна из ведущих российских компаний, внедряющих такие решения, ПАО «СИБУР Холдинг», активно использует разработки для мониторинга безопасности и повышения производительности своих предприятий, в том числе для оптимизации логистических процессов.

**Алексей Леонтович, компания SAP.** Российский промышленный сектор сегодня активно работает с технологиями на базе Искусственного интеллекта. Мы привыкли, что большинство проектов по сбору и анализу данных тестируются в отраслях, связанных с обслуживанием клиентов, – в банковском секторе, ритейле, телекоме. Однако в металлургии, горной добыче, химии, энергетике и нефтегазе тоже уже очень много накопленных данных, на базе которых можно строить сценарии для качественного роста бизнеса.

Искусственный интеллект помогает решать многие задачи: прогнозировать необходимость ремонта оборудования, следить за качеством сырья или готовой продукции, обеспечивать промышленную безопасность на производстве, предсказывать динамику будущего спроса на товары и услуги. С помощью сценариев машинного обучения можно создавать Цифровых двойников предприятия в целом, включая имитационные модели процессов и режимы работы оборудования.

Мы в SAP отслеживаем, в каких бизнес-процессах наши клиенты сегодня используют ИИ. Около 25% – это проекты в производстве, 28% – в продажах, 13% приходится на HR, 26% – на финансовый сектор, 4% – на закупки и 4% – на все остальное.

Работающее решение у нас есть, например, в химической промышленности. Производители удобрений используют специальный агрегат, который превращает удобрения в гранулы, – барабан грануляции. Компания «Уралхим» пробует построить предиктивную модель работы барабана грануляции, которая будет использовать в том числе технологии машинного обучения. Планируется, что такая система будет давать рекомендации об изменении тех или иных параметров работы оборудования, которые будут основаны на анализе текущих измерений показателей процесса, окружающей среды, количества и качества продукции на выходе и на других факторах. Даже самый опытный оператор, имеющий десятки лет опыта, не способен оптимально менять все управляющие параметры. Благодаря рекомендациям Искусственного интеллекта технологи смогут менять режимы работы барабана, чтобы обеспечивать установленные целевые показатели производительности и себестоимости.

Еще один пример из смежной отрасли. Вместе с крупным целлюлозно-бумажным комбинатом мы разработали пилотное решение по прогнозному качеству. Клиент ставил задачу прогнозировать параметры качества продукции на основе данных из производственных систем. Разработанное решение позволило проанализировать причины растрескивания гофрированной бумаги и подобрать оптимальную производственную программу для бумагоделательной машины.

**Александр Овчинников, компания Datana.** Задачи, решаемые сегодня с помощью AI, связаны главным образом с повышением эффективности производства – это снижение удельных расходов материально-энергетических ресурсов, повышение производительности как отдельно взятого агрегата, так и цеха в целом, снижение процента брака и повышение качества готовой продукции.

Одной из ключевых задач любого промышленного предприятия является формирование устойчивых конкурентных преимуществ, которые напрямую связаны с повышением эффективности производства. Их можно решать разными способами, например путем модернизации или закупки нового дорогостоящего оборудования или благодаря разработке новых технологий. Однако это долгий и дорогой путь. А вот для использования технологий и разработок в области AI предприятию зачастую не требуется никаких инвестиций. Ведь



**Вячеслав Елагин,**  
компания НРЕ в России



**Дмитрий Кудинов,**  
компания Esri



**Дмитрий Лежнин,**  
ЗАО "ТЕХНОЛИНК"



**Алексей Леонтович,**  
компания SAP CIS

основной актив для AI-решений – это данные, а они в большинстве своем уже имеются, просто их нужно “правильно приготовить”. Значимых результатов можно достичь в течение года.

Если говорить о конкретных работающих решениях, то их уже достаточно, в первую очередь на предприятиях черной и цветной металлургии, нефтегазовой и нефтехимической отраслей, то есть на тех предприятиях, у которых имеется экспортная составляющая, которые представлены на конкурентных рынках сбыта. К слову, компания Datana к концу этого года на ряде предприятий черной металлургии планирует выйти со своими решениями в промышленную эксплуатацию.

Стоит упомянуть о появлении относительно новой бизнес-модели взаимодействия между заказчиками и поставщиками AI-решений – service fee/revenue sharing. Эта модель направлена на разделение прибыли, получаемой предприятием вследствие повышения эффективности производства благодаря внедренному решению. Иными словами, мы помогаем сэкономить предприятию 100 млн рублей в год и хотим от этой суммы иметь процент. Бизнес-модель не самая простая и требует тщательного учета и документального фиксирования всех нюансов и деталей. Проработка этого аспекта необходима, например, для урегулирования случаев, если решение негативно скажется на работе какого-либо агрегата, что приведет к его простоям, или для доказательства, что именно внедренное решение привело к успеху, а не изменение технологии или технологического процесса.

**Иван Некрасов, компания GE Digital.** С практической точки зрения технологии AI сегодня имеют три основных области применения в промышленной сфере – анализ, прогнозирование и оптимизация производственных процессов. Эти три направления естественным образом формировались на основе реальных потребностей производства по принципу “от простого к сложному”:

➤ Задача анализа зарождалась более 30 лет назад на основе базовых потребностей в сборе, хранении и отображении информации о производственных процессах, а применяемые технологии эволюционировали от элементарных статистических функций обработки данных до сложных моделей поиска зависимостей и закономерностей в них.

➤ Получив возможность строить подобные модели, пользователи стали ставить перед собой задачи их использования. Наиболее очевидным применением любой математической модели является использование ее для целей прогнозирования, то есть расчета будущих состояний технологического процесса в зависимости от внешних условий и управляющих воздействий. Данный подход широко применяется, например, в задачах планирования, оценки технического состояния и моделирования отказов, предиктивной диагностики оборудования.

➤ Следующим этапом развития стало появление класса задач поиска управляющих воздействий (управленческих решений) с их обкаткой на имеющейся модели процесса. Математически данная задача формализуется как задача оптимизации, базовым вычислительным элементом которой является модель процесса.

История создания производственных AI-систем в компании GE насчитывает более 15 лет. Это так называемые нейросетевые оптимизирующие регуляторы и системы класса Advanced Process Control. Начиналось все с задачи стабилизации процессов в металлургии, а теперь наши решения являются основой систем оптимального управления практически во всех отраслях промышленности: нефтепереработке, газо- и нефтехимии, водоочистке и водоподготовке, пищевом производстве и многих других. Есть множество наших внедрений и на объектах Российской Федерации, многие из которых осуществлены компанией-партнером GE Digital в регионе РФ и СНГ ЗАО “ТЕХНОЛИНК”, более 20 лет занимающейся внедрением наших цифровых решений.

**Дмитрий Лежнин, ЗАО “ТЕХНОЛИНК”.** Действительно, количество выполненных ЗАО “ТЕХНОЛИНК” проектов с использованием Искусственного интеллекта исчисляется десятками, к ним относятся как опытные проработки, так и коммерческие внедрения с подтвержденным экономическим эффектом. Приведу пару примеров.

При исследовании технологического процесса окомкования шихты на одном из горно-обогатительных предприятий решалась задача стабилизации технологического процесса и в частности обеспечения постоянной влажности обрабатываемого материала. И когда



**Иван Некрасов,**  
компания GE Digital



**Елена Никольская,**  
компания РТС



**Александр Овчинников,**  
компания Datana



**Иван Пятернев,**  
компания КРОК

с помощью модели процесса, к слову, разработанной буквально за два дня, специалисты нашей компании совместно с производственным персоналом цеха подготовки шихты построили график оптимальной подачи шихты и воды для того, чтобы обеспечить необходимую влажность для последующего производственного участка, выяснилось, что окомкователь является “узким” местом в цепочке агрегатов, задействованных в данном процессе. С цифрами на руках мы убедили руководство предприятия в необходимости замены стандартных алгоритмов управления на управление по модели. В результате задача стабилизации технологического процесса была решена без дорогостоящей переделки трактов шихтоподачи, водоводов, замены исполнительных механизмов.

В другом случае с помощью нейронной сети была оптимизирована работа цеха поташной очистки на химическом производстве. Этот проект преследовал сразу две цели: максимальное извлечение целевого продукта и наилучшая регенерация поташного раствора при минимальном использовании энергоресурсов. Данная установка характеризуется большим количеством воздействующих и контролируемых параметров, чем в первом примере, а потому работа над моделью заняла несколько больше времени. Тем не менее длительность подобных проектов обычно не превышает трех-шести месяцев, а экономический эффект проявляется в срок от полугода до года. В данном случае окупаемость проекта обеспечили две составляющие – увеличение выхода целевого продукта и экономия энергоресурсов.

Хочу отметить, что наш опыт внедрения Искусственного интеллекта в российских производственных компаниях подтверждает преимущества AI-систем и в задачах анализа, и прогнозирования, и оптимизации.

**Елена Никольская, компания РТС.** В настоящее время ключевыми задачами Искусственного интеллекта на предприятиях главным образом являются операционное управление и предикативное техническое обслуживание. Операционный интеллект позволяет не только обеспечить наиболее эффективное использование ресурса средств производства, но и сократить время трудовых ресурсов, затрачиваемое на выполнение рутинной работы, давая возможность реализовать потенциал каждого сотрудника для достижения основ-

ных целей предприятия. Выявление отклонений в работе оборудования, прогнозирование возникновения неисправностей, анализ причин и автоматизированное обеспечение ремонта позволяют повысить показатели производительности, сократить время незапланированного простоя оборудования.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Искусственный интеллект наравне с аддитивными, предиктивными технологиями и Интернетом вещей является неотъемлемой частью новой промышленной революции Индустрия 4.0. Системы и технологии Искусственного интеллекта находят применение в промышленности и производстве при решении следующих задач:

- ▶ предиктивная диагностика, аналитика и обслуживание оборудования на основе обученных нейронных сетей;
- ▶ распознавание образов в робототехнике и на автоматических линиях на основе нейронных сетей (промышленное зрение);
- ▶ обобщение и хранение экспертных знаний в виде эвристик в системах принятия решений и экспертных системах, например, при обслуживании сложного оборудования (турбины, прессы и т.п.);
- ▶ создание и хранение онтологий по предметной области в виде семантических сетей и декларативных баз знаний, которые затем используются для поиска зависимостей и увязывания событий в комплексных процессах и при принятии решений.

В России на начальной стадии решаются первые два типа задач.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Разработки в области Искусственного интеллекта уже давно и активно применяются везде, где нужна обработка аэро- и космических снимков для автоматического поиска объектов и мониторинга их изменений во времени. Но это уже почти традиционная область, сегодня же мы являемся свидетелями внедрения технологий на основе нейронных сетей в новые отрасли. Вот далеко не полный их список:

- ▶ лесное хозяйство – мониторинг вырубki/посадок, оценка состояния растений;
- ▶ сельское хозяйство – мониторинг и автоматическое высокоточное применение пестицидов, удобрений с помощью дронов. Роботизированные комбайны;



Олег Саенко,  
компания Cisco



Дмитрий Соколов,  
компания Siemens в России



Владимир Хрящев,  
ЯрГУ им. П. Г. Демидова



Александр Шумилин,  
компания HPE в России

- ▶ геология – прогноз залегания и оценка запасов природных ископаемых по данным геологоразведки;
- ▶ океанология и метеорология – исследования в области предсказаний возникновения и распространения атмосферных вихрей с температурой, отличной от среды;
- ▶ климатология и экология – оценка, краткосрочное и долгосрочное прогнозирование;
- ▶ ритейл – прогноз офлайн- и онлайн-продаж;
- ▶ безопасность – автоматический мониторинг общественных мест, дорог, транспорта на предмет необычной активности. Оптимизация маршрутов патрулирования и расположения служб;
- ▶ автоматический сбор 3D-моделей зданий из данных, полученных с помощью авиационного лидара на больших площадях;
- ▶ робототехника и автороботы – контроль качества на производственных линиях. Организация полностью роботизированных складов;
- ▶ инженерные сети (телеком, электрические сети, трубопроводы) – прогнозирование отказов оборудования, прогнозирование нагрузки;
- ▶ прогноз и оптимизация движения по транспортной сети – прогноз дорожных пробок;
- ▶ универсальные переводчики, синтезаторы и анализаторы устной речи – семантический анализ текста.

Что касается примеров используемых решений, могу сказать, что в России имеется уже большое количество пользователей продуктов ArcGIS, которые используют традиционные алгоритмы машинного обучения, такие как кригинг, SVM, Random Forest-регрессоры и классификаторы, а также пространственно-временные кубы для построения математически обоснованных прогнозов. С 2018 года для всех наших пользователей доступны инструменты работы с глубокими нейронными сетями на основе фреймворков TensorFlow, PyTorch и CNTK.

**– Как правильно подступиться к задаче внедрения Искусственного интеллекта на производстве, если иметь в виду в перспективе построение AI-решения масштаба всего предприятия, то есть построение по-настоящему “умного” производства, функционирующего и управляемого как**

**единый “думающий” и принимающий самостоятельные решения организм? Позволит ли путь постепенного внедрения функционала AI на отдельных участках в дальнейшем объединить эти разрозненные очаги интеллектуального управления разными системами в единый мозг управления предприятием? Не повторит ли такой подход опыт “лоскутной” автоматизации?**

**Иван Некрасов, компания GE Digital.** Проблема “лоскутности” внедрения новых технологий является перманентной, и очарование революционных преобразований и быстрых результатов играет в этом не последнюю роль. Однако крупное производство – это сфера, требующая стабильных, постоянных и, что наиболее важно, систематизированных и обоснованных результатов. Наталкиваясь на подобный оплот консерватизма, любые новые технологии, в частности и решения на базе Искусственного интеллекта, подвергаются многоплановому критическому обсуждению (зачастую предвзято скептическому), всестороннему анализу (техническому и, что важно, экономическому), проходят бесконечное число апробаций, пилотных внедрений и т.п. В результате эти технологии кардинально перерабатываются и адаптируются, а массовое внедрение получают уже только как дополнительные элементы существующей инфраструктуры. Мы можем отчетливо наблюдать этот процесс на примере трансформации отношения к явлению, которое мы называем Индустрия 4.0 и которое изначально позиционировалось как революция в мире промышленности, однако после переосмысления этого понятия самими авторами трактуется сейчас как логичное эволюционное развитие текущих достижений в области управления и автоматизации производства (см. промышленный стандарт Германии DIN SPEC 91345:2016-04 (E) Reference Architecture).

В области AI картина, по моему мнению, полностью аналогична. В нашей компании мы активно занимаемся внедрением решений Искусственного интеллекта в промышленности, однако для нас аксиомой является поступательное повышение уровня интеллектуализации предприятия – освоение продвинутых технологий управления возможно только при наличии на производстве проч-

ного фундамента в виде нижнего уровня автоматизации, SCADA- и MES-систем. Эти звенья классической автоматизации обеспечивают сбор и структуризацию информации в том виде, в котором она используется для анализа в системах более высокого уровня, в том числе с применением методов AI. В противном случае результаты внедрения AI будут фрагментарными и нестабильными, и в конечном итоге подобные проекты будут отвергнуты бизнесом как экономически необоснованные.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** На данном этапе технологического развития построить и обучить единую нейронную сеть, принимающую самостоятельные решения за все предприятие реального сектора экономики, невозможно. С моей точки зрения, главная техническая задача, которую нужно решить до внедрения таких широкомасштабных систем, – это оценка верности предлагаемого решения. Сегодня инструменты отладки глубоких нейронных сетей ограничены по своим возможностям и зачастую сводятся к тестированию по методу “черного ящика”. Исследования в области прозрачности принимаемых нейронными сетями решений активно ведутся, и уже есть существенные достижения в архитектурах так называемых конволюционных нейронных сетей (Convolutional Neural Networks, CNN) и генеративно-сопоставительных сетей (Generative Adversarial Networks, GAN). Тем не менее, более сложные архитектуры, в частности наиболее популярные в области принятия решений модели обучения с подкреплением (Reinforcement Learning, RL), все еще далеки от прозрачности, необходимой для того, чтобы использовать такую систему как единственный источник принимаемых решений на производстве.

Вторая техническая задача – это сбор релевантных данных для обучения нейронной сети, которых нужно очень много, – те самые Big Data. Не всегда эти данные есть либо они содержат нежелательную семантику, которую нельзя переносить в интеллектуальную систему (например, для нейронной сети, вырабатывающей рекомендации по повышению качества обслуживания гостей в отеле, не могут выступать в качестве учитываемого фактора данные о том, что исторически, из-за суеверных соображений 13-й этаж обслуживается уборщицами существенно реже, чем остальные). В некоторых случаях, в частности при обучении автороботов, решать задачу качества входных данных приходится с помощью симуляторов, что влечет за собой целую вереницу новых технических задач. Именно здесь современные геоинформационные системы и платформа ArcGIS в частности позволяют автоматизировать создание контента для симуляторов, без которых качественное обучение автономных агентов невозможно.

Есть также и нетехнические задачи, которые нужно решать системно, с помощью госрегулирования. Это определение и разделение юридической ответственности за решения, принимаемые автоматическими интеллектуальными системами, разработка свода “моральных” правил обучения и применения таких систем,

массовая переподготовка работников, чьи рабочие места будут автоматизированы.

Что касается внедрения функционала AI на отдельных участках производственного предприятия, то теоретически такой путь имеет перспективы. Андрей Карпаты, директор направления разработки Искусственного интеллекта компании Тесла, в своей статье “Программное обеспечение 2.0” говорит о том, что градиентный спуск и алгоритм обратного распространения ошибки в нейронных сетях покрывает функциональное пространство, сопоставимое с функционалом, который может быть описан с помощью программного кода, созданного вручную. Таким образом, все, что можно автоматизировать с помощью написанного кода, также теоретически автоматизируемо с помощью архитектур нейронных сетей.

Однако это не означает, что подход к автоматизации должен быть полностью пересмотрен. Карпаты говорит, что нейронные сети имеет смысл использовать только в тех сценариях, где проще обучить программу 2.0 на основе примеров, чем написать программу 1.0 на основе известных алгоритмов. Таким образом, иерархическая “склейка” интеллектуальных подсистем и их “обвязка” безопасности, скорее всего, будут производиться с помощью традиционного кода с объединением всех компонентов в единую автоматизированную систему управления предприятием.

Относительно опасений, что подобный подход повторит опыт “лоскутной” автоматизации, можно сказать, что все в наших руках, и принципиальной разницы между традиционной автоматизацией и автоматизацией с использованием Искусственного интеллекта нет. Любая автоматизация – это итеративный процесс, и вероятность того, что сразу получится идеальное решение, невелика. Но по социальным причинам это и не нужно, поскольку требуется время для того, чтобы людей, теряющих работу в результате новой волны автоматизации, переобучить и заново встроить в экономику.

**Александр Овчинников, компания Datana.** Предприятиям нужно максимально тщательно проанализировать наличие реальной потребности во внедрении AI на своем производстве – то есть делать это не на волне всеобщего “хайпа”, а как необходимый шаг для дальнейшего развития. С этой целью стоит, например, разработать стратегию создания “умного” предприятия.

Для этого заказчик должен прежде всего иметь представление, что такое “умное” предприятие и на чем оно основано. В общем и целом это интеллектуальное производство, которое постоянно эволюционирует с помощью таких технологий, как:

- ▶ интеллектуальный учет (сбор и обработка данных с производственных площадок в режиме реального времени посредством IoT-датчиков);
- ▶ интеллектуальный анализ (прогноз состояния технологического процесса, основанный на анализе Больших данных, для оперативности принятия управленческих решений);
- ▶ интеллектуальное управление (интеллектуальные системы управления, в основе которых лежит Ис-

кусственный интеллект и которые поддерживают персонал в решении проблем либо самостоятельно принимают решения по управлению процессом в соответствии с критериями оптимальности).

Осуществить существенный скачок в продвижении на пути к “умному” предприятию позволит не только внедрение новых технологий и инструментов, но и активность сотрудников. Поэтому руководство предприятий посредством различных форм обучения и мотивации должно развивать способности работников к постоянной адаптации и усвоению новых навыков и подходов.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Постепенный путь внедрения технологий Искусственного интеллекта вполне оправдан. Начинать применять такие решения необходимо в тех отраслях, где эти технологии дают ощутимый экономический эффект, например в предиктивном сервисе. Сложно сразу внедрить интеллектуальные технологии и наладить “умное производство”, если только вы не строите новую фабрику “с нуля”. Здесь важно рассматривать Искусственный интеллект как часть долгосрочной стратегии цифровизации предприятия. Речь идет о поэтапной и постепенной цифровизации новых участков и оборудования, подключении источников данных. Необходимо следовать принципам структурированного подхода, который позволит постоянно развивать системы Искусственного интеллекта и снимет информационные и организационные барьеры внутри компании. При этом нужно опираться на общую модель данных и знаний, которая объединит промышленные и информационные системы. С этой задачей наилучшим образом справляются открытые промышленные платформы Интернета вещей, которые предоставляют необходимый фреймворк (шаблон) для долгосрочного эволюционного развития “умного производства”.

**Владимир Хрящев, ЯрГУ.** Построить “умное” производство с нуля и в масштабах всего предприятия – это, конечно, идеальная история, но для большинства существующих или даже проектируемых на сегодняшний день производств пока неосуществимая. Да они и не ставят перед собой такую задачу. Гораздо чаще требуется оцифровать отдельный участок или конкретную линию, наиболее неэффективные в настоящий момент. В итоге сейчас мы можем наблюдать, что на предприятии один цех работает в парадигме Индустрии 4.0, а соседний – в 2.0 или даже 1.0. И пока не будут оцифрованы такие “лоскуты”, мы не продвинемся в достижении цели полной цифровизации.

**Олег Саенко, компания Cisco.** Для поэтапного внедрения решений Искусственного интеллекта на производстве необходима современная инфраструктура в части сбора данных, их хранения и обработки. Без этого мы неизбежно окажемся в ситуации, когда внедрение AI-решений действительно будет идти по пути “лоскутной” автоматизации. При этом высоки риски, что внедряемое решение не покажет той эффективности, которую ожидает заказчик, окажется сложным и не масштабируемым. Стоит отметить, что на практике любой проект цифровизации на производстве осуществляется итерациями, постепенно открывая ценность данных и задействованных алгоритмов. Но процесс модернизации инфраструктуры

и ее приведение в современный вид должны предшествовать внедрению любых средств цифровизации и AI-решений. Чтобы не ошибиться на этом пути, у Cisco есть так называемые валидированные дизайны построения современной инфраструктуры цифрового предприятия. В них проработаны все ключевые аспекты: объединение всех элементов производства в единую сеть, ее надежность и сегментация, информационная защита (кибербезопасность).

**Иван Пятернев, компания КРОК.** Необходимо тщательно продумывать архитектуру информационных ресурсов при построении AI-решения, чтобы интеграция отдельных модулей в единую систему не стала неразрешимой задачей. В подобных случаях помогает микросервисный подход к построению архитектуры, когда каждый модуль изначально задумывается и как отдельный, и как часть общей системы. Такое решение значительно упрощает процесс добавления новых модулей.

**Александр Шумилин, компания НРЕ.** Как показывает опыт нашей компании, тиражируемых решений крайне мало. Большинство внедрений требует индивидуального подхода. А когда ставится задача объединения нескольких таких решений в единую систему, без заранее проработанного детального плана не обойтись.

Для начала нужен проект, описывающий все процессы, подлежащие модернизации с помощью AI. Отдельно можно обсудить возможность проведения тотальной автоматизации, снижающей до минимума участие человека в производственном процессе. Также нужно помнить о том, что AI (нейронная сеть) выдает результат с некоторой вероятностью. Поэтому важно оставлять возможность корректировки алгоритма, то есть оператор должен фиксировать недочеты в работе AI и формировать базу для очередного этапа обучения сети.

**Елена Никольская, компания РТС.** Секрет создания гибкой и масштабируемой системы Искусственного интеллекта прост – использование современных технологических средств, которые обладают встроенным функционалом по подключению к оборудованию, базам данных и информационным системам, простым конфигуратором для разработки решений, встроенными средствами машинного обучения и статистического анализа, а также они должны быть объединены единым подходом к определению объектной модели, обладать встроенными средствами обеспечения безопасности доступа, иметь высокие показатели производительности работы с большими потоками данных. Использование единой платформы обеспечивает не только простое объединение точечных решений, разработанных на платформе, но и консолидирование функционала всех существующих автоматизированных решений и информационных систем.

Данный подход позволяет параллельно работать над решениями в разных функциональных областях, при этом совместно использовать создаваемые разработки. Основной принцип работы над проектами – развитие системы, начиная с решения небольшой задачи. На первом этапе, как правило, решается задача мониторинга данных. Она включает в себя сбор данных не только с устройств, но также и со всех источников данных. Визуализация консолидированных данных позволяет отслежи-

вать тренды, получать доступ к подробной информации и состоянию систем в режиме реального времени, что обеспечивает принятие оптимальных управленческих решений. На основе мониторинга выявляются события, требующие ответного воздействия для обеспечения эффективного функционирования системы. На втором этапе добавляются возможности по управлению. Все действия и результаты воздействия фиксируются в системе и подвергаются анализу. На третьем этапе на основе результатов анализа определяются оптимальные сценарии для реагирования на каждое событие. Таким образом, при возникновении того или иного события система подсказывает наиболее эффективные способы разрешения возникшей ситуации. На заключительном этапе зрелости система выводится на максимально автономный режим работы.

**Алексей Леонтович, компания SAP.** Самым главным условием для реализации проектов с использованием Искусственного интеллекта на производстве является заинтересованность руководства и не только понимание им бизнес-ценности этих отдельных проектов, но и осознание, что итоговым результатом станет построение новых операционных и бизнес-моделей. В целом, на каждом производственном участке каждый день собирается очень много данных, которые можно использовать для точечной оптимизации бизнеса. Для достижения качественных результатов ИИ-проектов в масштабах всего предприятия необходима четкая и слаженная стратегия ИТ-развития, в которой прописаны цели, задачи, этапы, сроки и выгоды и которая напрямую увязана с бизнес-стратегией компании или даже является неотъемлемой ее частью.

Так, у компании SAP есть показательный в этом отношении пример с Группой “Черкизово”, которая недавно запустила в промышленную эксплуатацию новый завод, где как раз реализованы принципы Индустрии 4.0: абсолютная роботизация производства и Искусственный интеллект. Все процессы на заводе полностью автоматизированы, а влияние человеческого фактора на производстве сведено к минимуму. Обычно на подобных заводах работают порядка семисот человек, в то время как на “Черкизово” их около двухсот. Концепция завода-робота с единой ИТ-системой управления на базе решений SAP будет в дальнейшем использована Группой как база для других производственных площадок.

Разумеется, на крупном действующем предприятии невозможно быстро изменить текущую операционную и бизнес-модель. Нельзя полностью сконцентрироваться на изменениях, если текущая деятельность при этом ставится под угрозу. Поэтому сегодня в подавляющем большинстве компаний реализация проектов с использованием различных новых технологий, таких как Интернет вещей, ИИ или машинное обучение, машинное зрение, дополненная реальность начинается с отдельных локальных участков в разных подразделениях. Накапливаются “озера данных”, на базе которых разрабатываются модели для предиктивной аналитики. Дальше эти модели используются для оптимизации определенных производственных участков или работы

конкретных агрегатов. Зачастую такими проектами или исследованиями в компаниях занимаются отдельные команды – CIO, CDO, лаборатории инноваций и т.д., которые могут использовать разные данные и разнообразные технические решения.

Но переход к новой модели “умного предприятия” требует трансформации сквозных процессов, охватывающих всю компанию. И здесь уже не обойтись без единой интеллектуальной платформы, так называемого “цифрового ядра” нового поколения. В нем происходит сбор и обработка информации, необходимая для анализа и быстрого принятия решений, реализуются процессы планирования, учета, аналитики, прогнозирования и моделирования. Именно этот цифровой базис позволяет компаниям поэтапно встраивать в процессы инновационные технологии, такие как Большие данные, Искусственный интеллект, роботизация, Цифровые двойники, имитационное моделирование, и приходиться к новым операционным и бизнес-моделям. В компании SAP уже давно задумались о том, чтобы на новом технологическом витке развития технологий не получить очередной “лоскутной” автоматизации и набора разрозненных проектов, которые решают точечные задачи. Поэтому мы предложили рынку новый подход и архитектуру для построения Интеллектуального предприятия. Цифровое ядро такого решения включает в себя все перечисленные технологии. Но что важнее технологий – это готовые бизнес-сценарии на их основе. Например, последняя версия SAP S/4HANA включает более 100 разработанных SAP сценариев на основе машинного обучения. А специальная платформа разработки позволяет бесшовно встраивать в ядро системы ERP все специфические сценарии, которые клиенты будут разрабатывать самостоятельно.

В качестве примера можно привести компанию “Северсталь”, которая постоянно совершенствует свои процессы и активно апробирует новые технологии и идеи. В компании уже реализованы десятки отдельных проектов и прототипов по построению предиктивных моделей, внедрению технологий машинного зрения, дополненной реальности и Цифровых двойников. Помимо этого в компании реализуется пилотный проект Control tower, где будет отображаться вся производственная цепочка в режиме реального времени. При этом ключевым проектом на ближайшие два года ИТ-директор называет стартовавший переход на новое решение SAP S/4HANA. Планируется, что новая система объединит все основные трансформационные инициативы, принятые в компании и реализуемые в рамках новой бизнес-стратегии, и станет тем самым цифровым ядром.

**– Очевидно, что эффективность работы систем Искусственного интеллекта напрямую зависит от производительности вычислительных систем. Возможно ли использовать существующие на производстве аппаратные и программные ресурсы для работы с AI-приложениями?**

**Какой в этом случае должна быть базовая инфраструктура, чтобы позволять эффективно решать задачи в области Искусственного интеллекта? Какое вычислительное оборудование с какими характеристиками необходимо для развертывания промышленных AI-платформ?**

**Александр Овчинников, компания Datana.**

Общих требований к аппаратным и программным ресурсам нет. Все зависит от конкретных задач предприятия, стоящих перед предприятием. Однако следует иметь в виду, что ключевой элемент, являющийся залогом успешного внедрения любого AI-решения, это данные, точнее, их полнота и качество. Начать следует, как уже говорилось, с разработки платформы “умного” предприятия, предназначенной для накопления и хранения структурированной и неструктурированной информации о технологических и производственных процессах. Такая платформа должна стать базисом для создания решений на основе AI. В том числе платформа должна обеспечивать процессы сбора, обработки, хранения, контроля качества данных и предоставления их в соответствии с единой онтологической моделью предприятия.

Необходимо, чтобы все сотрудники и информационные системы предприятия “говорили” на одном языке и одинаково понимали производимые данные. Единая онтологическая модель решает этот запрос. Она является формализованной моделью знаний о предметной области. Пример — общие информационные модели (Common Information Model, CIM) в электроэнергетике, разработанные Международной электротехнической комиссией. Еще один пример — разработка digital genome map крупнейшим мировым лидером в производстве стали и стальной продукции корейским холдингом POSCO, осуществленная в рамках цифровой трансформации его предприятий.

**Олег Саенко, компания Cisco.** Безусловно, использование существующих на производстве аппаратных и программных ресурсов позволит снизить стоимость внедрения AI-решений. Иногда это единственно возможный вариант пилотирования и апробации новых технологий в реальных условиях производства. Но такой подход несет риски нарушения непрерывности производственного процесса из-за нехватки ресурсов для уже запущенных задач. Поэтому мы обычно предлагаем идти по пути минимального воздействия на существующие системы, например собираем данные с низовых контроллеров, а обрабатываем их уже дополнительными вычислительными средствами, в том числе используя и так называемые системы edge computing. Из-за активного внедрения технологии микросервисов требования к архитектуре вычислительных систем размываются. Главное для них — это поддержка виртуализации и готового списка поддерживаемых контейнеров для алгоритмов обработки данных.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Аппаратные вычислительные ресурсы, если они не относятся к классу оборудования, эффективно выполняющего операции с матрицами, можно использовать для традиционных алгоритмов машинного обучения, а также для работы уже

обученных нейронных сетей. С программными ресурсами проще — все флагманские фреймворки для конструирования и обучения глубоких нейронных сетей сегодня есть в открытом доступе.

Для того чтобы эффективно обучать нейронные сети, требуется “железо”, обеспечивающее высокий уровень параллелизма и обладающее физической памятью, расположенной близко к специализированному процессору. К такому оборудованию относятся карты семейства NVIDIA QUADRO, в частности P100 и V100 серий с 16 Гб памяти и выше. Эти карты хорошо вертикально масштабируются с помощью шины NVLink. Лучшим на сегодняшний день однонодовым решением являются вычислительные машины семейства DGX. Так, DGX-2 в максимальной конфигурации “выдает” до двух петафлоп на матричных операциях с тензорами типа FP16. Альтернативой является использование существующих облачных сервисов от Amazon, Google, Microsoft.

Характеристики, которыми должно обладать вычислительное оборудование, чтобы позволить развертывание промышленной AI-платформы, зависят от конкретных задач, которые должны решаться на этой платформе. Для обучения нейронных сетей нужен как минимум хороший GPU с памятью от 16 Гб, в идеале же — оптическая сеть с несколькими DGX-2.

Когда нейронная сеть уже обучена, она требует существенно меньших вычислительных мощностей для получения результата, в том числе она может эффективно работать даже на мобильных устройствах. Таким образом, оптимальность вложений в оборудование для нейронных сетей зависит от размеров сети и от того, как часто требуется ее дообучать. Если обучение происходит постоянно, то стоит инвестировать в собственное железо. Если же обучение разовое или эпизодическое, тогда использование облачных GPU/TPU-узлов может быть хорошей альтернативой.

**Александр Шумилин, компания HPE.** Ряд задач можно решить с помощью имеющегося оборудования. Для нагруженных задач потребуются приобретение специализированных систем. Еще один вариант — аренда мощностей у специализированных сервис-провайдеров (в России такие уже есть) или установка оборудования в ЦОД заказчика с оплатой на тех или иных условиях. Именно такая схема потребления ИТ предлагается в рамках решений HPE GreenLake.

**Елена Никольская, компания PTC.** Безусловно, вычислительное оборудование должно отвечать минимальным техническим требованиям AI-платформ, но важно иметь в виду, что требующиеся мощности вычислительных систем зависят от задач и широты применения решения на предприятии. Нарастивание аппаратной инфраструктуры может происходить по мере роста и расширения систем. Путем интеграции с существующими системами предприятия можно подобрать наиболее эффективный способ использования существующих ресурсов. Самый простой пример — формирование отчетности. На текущий момент большинство предприятий используют механизмы генерации отчета по запросу, что загружает вычислительные мощности, в то время как системы Искусственного интеллекта производят динами-

ческий анализ в режиме реального времени и способны визуализировать необходимые данные за короткие сроки и с использованием меньших мощностей.

Компания PTC предлагает предприятиям помимо использования их собственной информационной инфраструктуры воспользоваться облачными сервисами, благодаря чему наши заказчики не думают об оборудовании, а используют те мощности и в том объеме, которые необходимы им для решения текущих задач.

**Иван Некрасов, компания GE Digital.** Для эффективности работы Искусственного интеллекта, помимо производительности оборудования, важнейшую роль играют правильно выбранные программные и алгоритмические средства решения поставленной задачи. Здесь вступает в силу такое фундаментальное понятие теории информации, как класс вычислительной сложности применяемого алгоритма. При некорректном выборе метода решения задачи и/или вычислительной схемы можно легко превысить возможности любой, даже самой современной и мощной вычислительной системы. И напротив, если уделить должное внимание грамотной математической постановке и формализации задачи, выбору подходящего алгоритма вычислений, то решение многих AI-задач производства можно вполне осуществить на стандартном серверном оборудовании. И таких примеров много – в портфолио внедрений информационно-управляющих систем GE Digital есть проекты оптимального цифрового управления целыми предприятиями, реализованные на стандартной аппаратно-программной платформе.

По сути, мы имеем дело с классической задачей нахождения баланса между сложностью и скоростью вычислений и стоимостью их реализации. Перспективнейшим направлением развития в этой области является совершенствование систем параллельных вычислений, но и они не панацея, так как способность к распараллеливанию у различных алгоритмов и вычислительных схем не одинакова. Яркий пример – численное интегрирование дифференциального уравнения по переменной времени: степень распараллеливания такой задачи равна нулю, поскольку вычисления на каждом последующем шаге полностью определяются результатами предыдущего шага вычислений. Это означает, что при наличии нескольких параллельных процессоров все из них, кроме одного (того, на котором осуществляются вычисления текущего шага), будут находиться в режиме ожидания результатов вычислений текущего шага. Таким образом, скорость решения задачи никак не будет зависеть от количества параллельных процессоров.

На эту тему нашей компанией проведено подробное исследование, результаты которого содержатся в работе «Сложности и критерии принадлежности вычислительных задач к области “BIG DATA”», опубликованной в журнале “Автоматизированные технологии и производства” (№ 1, 2016 г.) Магнитогорского Государственного Технического Университета.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Технологии Искусственного интеллекта, особенно нейронные сети, приносят значительную дополнительную

нагрузку на локальную ИТ-инфраструктуру и вычислительные ресурсы предприятия. В связи с этим применение облачных технологий может быть вполне экономически оправданным. Например, при использовании пакета Predictive Learning, входящего в состав платформы MindSphere, заказчик оплачивает только используемое количество вычислительных часов, потребляемых нейронными сетями в рамках подписки на облачные услуги. Соответственно, ему нет необходимости закупать и обслуживать дорогостоящие серверы.

**Владимир Хрящев, ЯРГУ.** Как показывает наш опыт, существующая вычислительная база на промышленных предприятиях чаще всего недостаточна для полноценного развертывания и эксплуатации систем, использующих технологии Больших данных и глубокого обучения. Модернизация промышленных производств даже в “продвинутых” отраслях значительно отстает от развития информационных технологий. Это приводит к тому, что зачастую в реальном производстве используются решения десяти- или даже двадцатилетней давности, а в отдельных областях, в том числе на важнейших электроэнергетических или инфраструктурных объектах, это отставание может достигать 50 лет и более.

**– Некоторые компании-разработчики объявили о наличии у них полностью готовых решений для любых сценариев использования Искусственного интеллекта. Насколько целесообразно делать выбор в пользу таких предложений, тем самым обрекая свою компанию на неизбежные ограничения в рамках одной платформы? Не является ли более предпочтительным вариантом сборка решения и разработка AI-приложений под конкретные задачи предприятия?**

**Алексей Леонтович, компания SAP.** Любая новая технология проходит закономерные этапы развития – от появления инновационной идеи до обычного рутинного процесса. То, что когда-то казалось фантастикой, мы сегодня даже не замечаем. С AI-сценариями происходит то же самое. Поэтому неудивительно, что появляются полностью готовые решения, разработанные с использованием этой технологии. Все всегда идет от целей и от того, хочет компания реализовать отдельный инновационный проект или запустить digital-трансформацию с постепенным переходом к цифровым решениям на всех участках бизнеса.

Если мы говорим о комплексной трансформации, без единой платформы не обойтись. Но это не означает, что клиенты обязаны ограничиваться технологиями одного вендора. Сегодня просто невозможно все сделать в одиночку, поэтому правильные решения обязательно включают в себя Open Source-подходы.

Приведу в качестве примера компанию SAP. У нас есть наше флагманское решение SAP S/4HANA. Это платформа, которая охватывает и объединяет все уровни управления предприятием – производство, финансы, логистику, а также включает инструменты Индустрии 4.0 – машинное обучение, Искус-

ственный интеллект, Промышленный Интернет вещей и многое другое. Проекты внедрения SAP S/4HANA мы называем “выстраиванием цифрового фундамента” бизнеса. И когда мы общаемся с клиентами по поводу перехода к интеллектуальному предприятию, мы говорим о том, что, внедрив это решение, в будущем они смогут делать все необходимые надстройки. А такие компании, как Google, Amazon, Apple, встраивают свои технологии и в наше решение. Это дает компаниям карт-бланш – возможность развивать существующие решения и делать новые прототипы и проекты, в том числе на базе ИИ и с использованием различных решений – облачных, on-premise, собственных разработок, разработок на базе идей партнеров. В России уже более 15 крупных компаний работают на новой платформе SAP S/4HANA.

Вот, например, недавно “Русполимет” запустил единую интегрированную систему управления на платформе SAP S/4HANA. Теперь все процессы компании – планирование и управление производством, запасы, затратами, финансами, бухгалтерский и налоговый учет, закупки, аналитика и отчетность – объединены на базе единой ИТ-платформы, которая может быть оперативно настроена под текущие нужды компании. До 2022 года компания планирует провести масштабную цифровую трансформацию предприятия на основе принципов Индустрии 4.0.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Ситуация здесь мало чем отличается от традиционного ПО, за исключением того, что качественное обучение нейронной сети требует большого количества выверенных данных, которые доступны далеко не всем. Таким образом, сегодня тренировать свои собственные нейронные сети от начала и до конца для промышленных нужд – это привилегия преимущественно крупных компаний.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Единого рецепта для всех компаний и вертикалей не может быть. Любое решение на основе Искусственного интеллекта на производстве уникально. С другой стороны, платформы могут значительно ускорить и удешевить процесс внедрения ИИ. Чтобы не столкнуться с ограничениями, нужно выбирать платформы с открытой экосистемой сервисов и ИИ-приложений, широкой экосистемой партнеров, которые постоянно привносят новые технологии на платформу. Платформа должна предоставлять возможность самому заказчику разрабатывать новые приложения и сервисы, подключать сторонние ИИ-сервисы путем их инкапсуляции или интеграции на облачном уровне.

**Иван Некрасов, компания GE Digital.** Если говорить о научной базе, на которой создаются AI-системы, то в этом отношении все производители равны. Совокупность математических методов, объединенных под общим термином “Искусственный интеллект”, не является какой-то секретной информацией. Возраст этого научного направления, возникшего на стыке математики, информатики и теории управления, давно перевалил за 50 лет. Методы построения, алгоритмы, детальные описания принципов работы подобных систем в избытке могут быть найдены в открытых

источниках. При наличии современных средств разработки реализация любых математических методов в программном коде является посильной задачей. Основные трудности и подводные камни обнаруживают себя на этапе внедрения на реальных промышленных объектах. И вот тут не обойтись без экспертных знаний в предметной области той индустрии, для которой осуществляется внедрение. Зачастую за маркетинговыми заявлениями об универсальности решений, предлагаемых той или иной компанией, скрывается их оторванность от практики, излишняя теоретичность подходов и отсутствие доказанной применимости для решения конкретной практической задачи. Создание абстрактного AI-решения, без конкретной постановки решаемой задачи, возможно, и представляет собой некоторый академический интерес, однако на практике всегда необходима разработка приложения под конкретные задачи. Другой вопрос, что разработка может вестись не с нуля, а с использованием каких-либо стандартных библиотек и предыдущих программных наработок или, например, представлять собой конструирование решения из некоторых заготовленных заранее блоков/элементов, что фактически и предлагается в реальности поставщиками всевозможных AI-платформ. У компании GE Digital в сотрудничестве с ЗАО “ТЕХНОЛИНК” накоплен опыт конструирования AI-решений на базе собственного движка нейросетевого моделирования.

**Дмитрий Лежнин, ЗАО “ТЕХНОЛИНК”.** Прежде всего не нужно забывать, что Искусственный интеллект, как и другие технологии, объединенные концепцией Индустрия 4.0, это всего лишь инструменты, успех применения которых зависит от корректного их использования для решения конкретной задачи.

И если мы говорим о промышленности, важно, чтобы такой инструмент, например, умел общаться с системами автоматизации на их языке, иначе говоря, AI-система должна понимать промышленные протоколы обмена информацией. Это первый дифференциатор “не-универсальности” решения.

Второе отличие – наличие готовых к использованию блоков и модулей, которые обеспечат комфортную работу специалисту-производственнику, неискушенному в программировании. Ведь зачастую первичный анализ, поиск мест оптимизации можно и нужно провести собственными силами предприятия.

Отсюда вытекает третий аспект, связанный уже не с инструментом, а с особенностями внедрения Искусственного интеллекта в промышленности: в команде внедрения должен быть специалист-технолог, так как без понимания процесса “интеллектуальная” модель вряд ли способна оптимизировать производственные показатели.

Успех решений, которые внедряет ЗАО “ТЕХНОЛИНК”, обеспечен именно таким сочетанием продуманного подхода к каждой задаче и правильно подобранного инструмента, предлагаемого GE Digital.

**Александр Шумилин, компания HPE.** Пока рано говорить о насыщенности рынка тиражируемыми решениями. Большинство внедрений требуют адаптации готового продукта под конкретное предприятие.

Многие предприятия активно сотрудничают с академическими учреждениями, занимающимися разработками в области AI, создавая с их помощью кастомизированные системы.

**Олег Саенко, компания Cisco.** Заказчик при выборе любого решения должен исходить из множества факторов, например, таких как простота и стоимость внедрения, масштабируемость и стоимость владения, открытость и следование отраслевым стандартам. При правильно построенной инфраструктуре всегда будет возможность апробации и реализации нескольких платформ.

**Иван Пятернев, компания КРОК.** Всегда целесообразно выбирать решения, которые наиболее подходят под поставленную задачу. Универсальные решения в большинстве случаев проигрывают специализированным по качеству работы и своему функционалу.

**Елена Никольская, компания РТС.** Безусловно, когда речь идет о создании решений Искусственного интеллекта, неизбежен процесс их дальнейшей адаптации под специфику и задачи предприятия. Промышленным предприятиям стоит сфокусироваться больше не на разработке решения с нуля, а именно на динамичном использовании современных технологий, чтобы в максимально короткие сроки разработать собственную систему для решения наиболее важных задач бизнеса. А при выборе среды разработки решения стоит отдавать предпочтение тем платформам, которые обладают всеми необходимыми функциональными возможностями для создания решений в короткие сроки. Общая тенденция развития современных технологий – открытость и интеграция, в русле которой рынок демонстрирует все большее количество возникающих информационных экосистем.

**Владимир Хрящев, ЯрГУ.** Чаще всего предлагаемые комплексные системы имеют весьма ограниченное применение и требуют многих компромиссов. В условиях разнообразия производства, неравномерности его развития, “лоскутности” аппаратной и информационной базы практически невозможно разработать не только универсальный, но и просто готовый продукт, который не потребует длительной адаптации и внедрения. Более эффективным, на наш взгляд, сегодня является путь кастомизации, разработка “точечных” решений, позволяющих работать с одной конкретной проблемой. Работать – и эффективно решать ее.

**– Как известно, существуют разные методы и технологии Искусственного интеллекта, но на сегодняшний день самые сложные задачи решаются с помощью искусственных нейронных сетей, проходящих “глубокое обучение”. Однако их использование требует больших финансов и больших вычислительных мощностей. Классические же алгоритмы машинного обучения можно применять и на не самом продвинутом аппаратном обеспечении.**

**Если стоит вопрос о выборе платформы для разработки решений под конкретные задачи, для какого круга задач достаточно будет продуктов, использующих классическое машинное обучение, а для каких подойдут только те, которые требуют методов глубокого обучения?**

**Вячеслав Елагин, компания НРЕ.** “Глубокое обучение” и “машинное обучение” – по сути, подмножества, часть более общего понятия “Искусственный интеллект”. Действительно, машину можно обучать не только при помощи нейронных сетей, да и сами нейронные сети – разные. И если смотреть глубже, технология нейронных сетей не требует точных вычислений. Но этих, не обязательно точных, вычислений требуется много, а точнее – ОЧЕНЬ много. Тут приходят на помощь различные устройства, ускоряющие эти простые вычисления. Собственно, подъем последних лет в машинном обучении при помощи нейронных сетей и стал возможен благодаря этим устройствам, ускоряющим в сотни и даже тысячи раз процесс обучения. И даже если вы используете очень сложные модели, байесовские или K-методы, Random Forest или тому подобные алгоритмы, использующие вычисления с плавающей точкой, то и в этом случае наличие ускорителя даст существенный прирост в производительности. Здесь вопрос в другом – сколько требуется вычислительной мощности? 1, 2, 4, 8 ускорителей? Определиться с этим может помочь разработанный НРЕ инструмент Deep Learning cookbook, ведь нейронную сеть нужно не только обучить, но и обеспечить ее работоспособность, то есть получение результатов. Это называется тренировка (inference). Для inference не требуется такого количества ресурсов, как для обучения, но подводный камень здесь в том, что inference – это практически бесконечный процесс, поскольку необходимо постоянно совершенствовать сеть для получения лучших предсказаний (прогнозов). Выбор подходящей платформы – это всегда компромисс.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Действительно, нейронным сетям требуется значительное количество данных для обучения. Если же данных не так много, стоит отдать предпочтение традиционным решениям на основе XGBoost, Random Forest, SVM, кригинга и кластеризации. На малом количестве исходных данных эти методы показывают часто лучшие результаты, нежели глубокие нейронные сети, которые при наличии небольших наборов данных не приобретают способности к обобщению.

**Иван Пятернев, компания КРОК.** Во-первых, использование глубоких нейронных сетей возможно только при наличии действительно большого объема данных, на которых может проводиться обучение. Во-вторых, при проработке конкретной задачи специалист анализирует различные подходы и только на основании такого предварительного исследования сможет порекомендовать использовать те или иные технологии. Без постановки конкретной задачи невозможно понять, какие методы будут применимы (и наиболее) успешны.

Поэтому и выбор платформы может проводиться только после выбора метода решения задачи.

**Олег Саенко, компания Cisco.** Использование нейронных сетей в современном мире уже не требует больших вычислительных ресурсов. Эти алгоритмы доступны даже в формате edge computing, когда обработка данных осуществляется максимально близко к их источнику. На практике наиболее простые средства цифровизации несут максимально быстрый, понятный и эффективный результат для заказчика. Сложные алгоритмы могут оказаться неэффективными (медленными или недостаточно точными) только лишь из-за того, что качество или объем исходных данных не подходят для самого алгоритма. Поэтому прежде чем пробовать сложные AI-решения, стоит подумать, можно ли решить те или иные конкретные проблемы более простыми средствами.

**Александр Овчинников, компания Datana.** В своих проектах мы еще не сталкивались с необходимостью применения искусственных нейронных сетей, проходящих “глубокое обучение”.

AI – не панацея, которая в момент решит все производственные задачи. При проектировании и разработке отраслевых решений мы создаем гибридные математические модели технологических процессов, основанные как на физико-химических моделях процессов, так и на моделях машинного обучения. Без понимания отраслевой специфики, без экспертизы сделать это невозможно.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Задачи, для которых применимы те или иные физико-математические модели, пусть приближенные или неточные, могут решаться методами машинного обучения. Это такие, например, задачи, как вибрационная диагностика, поиск аномалий и трендов, предсказание развития ситуации. Там, где нужно оценивать и увязывать множество параметров, анализировать многомерные паттерны, корреляцию данных, эффективны нейронные сети и глубокое их обучение. Это применимо для анализа сложных непрерывных процессов, систем и механизмов, для задач распознавания образов, фильтрации на основе образов. Возможна и комбинация этих методов, например, с первичным отбором аномалий и образов данных с помощью “обученного” машинного алгоритма, с последующим более глубоким отбором и классификацией с помощью нейронной сети.

**Владимир Хрящев, ЯРГУ.** Глубокое обучение нейронной сети имеет смысл, когда данные имеют значительную пространственную корреляцию. Достигнутый за последние годы в этой сфере прогресс и инженерное внедрение таких технологий действительно позволяют получить впечатляющие результаты, например, в сфере обработки изображений и анализа видеоданных. Это позволяет в ближайшей перспективе прогнозировать переход от парадигмы “конструирования решения”, в которой разработкой моделей и алгоритмов занимается человек, к парадигме “получения решения”, в котором модели и алгоритмы формируются непосредственно системой Искусственного интеллекта из получаемых данных.

Однако на обычных больших табличных данных далеко не всегда выигрыш от использования глубокого обучения будет высоким. Определенные достижения в этой области тоже существуют, но при выборе платформы для работы с использованием Искусственного интеллекта всегда нужно исходить из требуемой точности и скорости работы, а также наличия аппаратных ресурсов.

**– Применяемые средства аппаратного и программного ускорения работы алгоритмов Искусственного интеллекта создают беспрецедентные возможности для колоссального ускорения цикла разработки новых продуктов. Как это должно повлиять на подход к проектированию изделий?**

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Если речь идет о классической разработке продукта в CAD/CAM/CAE-системах и поддержке его жизненного цикла в PLM/PDM, то методы Искусственного интеллекта играют пока только вспомогательную роль. Не думаю, что в ближайшие годы мы увидим взрывной рост изделий, спроектированных Искусственным интеллектом. Большинство методов и технологий проектирования основаны на строгих физических и математических моделях и алгоритмах, которые уже хорошо проработаны и внедрены. ИИ может помочь только в поиске нужных данных и принятии проектных решений.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Я думаю, что здесь есть большой потенциал у так называемого класса генеративных моделей. В частности, эксперимент по генерации изображений высокого разрешения с помощью генеративно-состязательной сети (Generative Adversarial Networks, GAN) показал практичность их использования в 2D-дизайне. На основе GAN сейчас активно разрабатываются модели, которые помогут автоматически генерировать дизайн внутренних помещений и даже целых городов. Эти модели будут весьма эффективны для тренировки с помощью нейронных сетей “автономных агентов”, которые будут работать на наших улицах и в помещениях в будущем.

**Владимир Хрящев, ЯРГУ.** В плане развития технической базы для использования технологий Искусственного интеллекта мы, безусловно, наблюдаем прорыв. И рост количества таких продуктов в последние год-два это подтверждает. Однако здесь мы сталкиваемся с другой проблемой – у нас появляются инструменты по работе с данными, однако не хватает самих данных. Количество “качественных”, пригодных для обработки данных очень невелико, мы это наблюдаем при реализации практически каждого проекта. Это очень тормозит работу, поскольку приходится прикладывать массу усилий по сбору данных необходимого качества и в удобной форме, обрабатывать и переформатировать имеющиеся массивы информации и лишь после этого анализировать данные с помощью Искусственного интеллекта. Это большая, кропотливая работа.

**Вячеслав Елагин, компания НРЭ.** Современные программные средства инженерного анализа, разработки электрических схем и другие професси-

ональные инструменты для разработки физических продуктов давно применяют алгоритмы верификации, оптимизации, сценарии “а что, если...” и т.д., и эти программные средства уже ускорили разработку новых продуктов и, что самое главное, существенно сократили финансовые затраты. Однако самый существенный качественный скачок происходит не тогда, когда технологии ИИ начинают применяться (хотя, возможно, так будет когда-нибудь), а когда разработчик переходит от использования персональной системы к вычислениям на кластере. Именно этот переход в России дается труднее всего, поэтому, на мой взгляд, рано говорить о применении технологий ИИ для ускорения разработки изделий, когда большинство разработчиков до сих пор предпочитают персональные системы. Перенести разработку в ЦОД – вот задача номер один! Перенос вычислений на кластер позволяет, например, нашим заказчикам делать то же самое, но быстрее – то есть больше расчетов за рабочий день, а также позволяет производить такие расчеты, которые на отдельной стоящей системе делать просто невозможно. Именно этот переход в первую очередь должен ускорить выход продуктов наших заказчиков на рынок и помочь им стать более конкурентоспособными.

**– В сфере производства при разработке изделий, устройств, технологических процессов реализация AI-функционала неразрывно связана с Промышленным Интернетом вещей, обеспечивающим поступление данных из различных систем и со снабженных датчиками промышленных объектов и механизмов. Какие платформы IoT из доступных в настоящее время предоставляют наиболее мощные аналитические возможности, в частности для работы с Цифровыми двойниками, что сегодня особенно актуально при моделировании сложных технологических объектов?**

**Иван Некрасов, компания GE Digital.** Современные промышленные информационные системы унаследовали и обобщили требования своих предшественников. Как и прежде, цикл работы ИТ-систем укрупненно можно рассматривать как связку трех этапов: сбор и хранение данных, их анализ и обработка, принятие управленческих решений на основе результатов анализа. Полноценная цифровая платформа должна включать в себя средства для реализации всех перечисленных функций. При этом вопросы построения архитектуры платформы отходят на второй план по сравнению с функциональными возможностями, которые она должна обеспечивать. В настоящее время на рынке достаточно поставщиков, занимающихся разработкой и внедрением цифровых платформ, как облачной, так и классической клиент-серверной архитектуры. Выбор платформы следует осуществлять исходя из конкретных производственных целей, определяемых бизнес-пользователем. Наша

компания разрабатывает свою промышленную платформу уже более 20 лет. История платформы начиналась с классических SCADA- и MES-решений в конце 80-х годов, затем в 2000-х функционал был расширен новыми математическими возможностями. В это время была приобретена южноафриканская цифровая компания CSense, занимавшаяся нейросетевыми методами моделирования технологических процессов. Данный компонент стал полноправным функциональным блоком в рамках нашей платформы и успешно развивается по сей день, позволяя решать самые сложные производственные задачи, связанные с использованием Искусственного интеллекта. Начиная с 2015 года мы активно размещаем разработанные алгоритмы и аналитические функции в облачной версии нашей IIoT-платформы GE Predix. Таким образом, мы предоставляем равные функциональные возможности как пользователям, предпочитающим строить свои производственно-управляющие системы по классической клиент-серверной архитектуре, так и пользователям, принявшим для себя решение работать в облаке IIoT.

**Олег Саенко, компания Cisco.** Платформа IIoT – достаточно обширное понятие, которое в нашем понимании включает в себя не только среду хранения и обработки цифровых данных, но и способ их получения и передачи. Компания Cisco может предложить все необходимые элементы такой платформы вместе с отраслевыми партнерами в части алгоритмов обработки данных и AI-решений.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Платформа ArcGIS Utility Network Management компании Esri обеспечивает полный цикл обмена, сбора, хранения и аудита данных Цифровых двойников любых инженерных сетей вплоть до сетей транснациональных масштабов. Utility Network Management позволяет подключать через открытые API любое оборудование для сбора сенсорной информации, а также для отправки управляющих команд в режиме реального времени на электрические, газовые, телекоммуникационные, канализационные и водосборные сети. В рамках платформы доступны алгоритмы кригинга, кластеризации, Random Forest-регрессии и классификации, трассировки, связанности, анализа и оценки вероятности инцидентов, а также более тысячи алгоритмов для работы с пространственными данными. С помощью ArcGIS for Python API пользователи могут интегрировать нейронные сети любой сложности в управляющие системы своей инженерной сети.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Платформа MindSphere компании Siemens уже сейчас имеет все необходимые инструменты для создания приложений и сервисов на основе ИИ. В частности, в пакете услуг MindSphere Predictive Learning выполнение этих задач достигается благодаря набору алгоритмов для создания предсказательных моделей, которые используют методы глубокого машинного обучения, нейронные сети и математические модели. Для MindSphere разработан инструмент для создания семантических моделей и де-

кларативных баз знаний – Siemens Knowledge Graph. В настоящее время этот инструмент уже используется в обслуживании и при оптимизации работы сложных систем, таких как турбины. В эту базу уже заведены знания о 1,5 млн объектов.

**Александр Овчинников, компания Datana.** Мы пока что не используем каких-то сторонних IIoT-платформ. У нас есть пул партнеров подобных решений и датчиков, но все аналитические возможности реализуем средствами своего продукта. Мы рассматриваем IIoT как поставщика данных, необходимых для повышения точности моделей наших решений.

**Александр Шумилин, компания HPE.** Прокомментирую этот вопрос с точки зрения оборудования. Для обеспечения работы IoT в режиме реального времени и для приложений с высокой нагрузкой, как, например, видеоаналитика, передача данных в ЦОД для генерирования управляющего сигнала может оказаться неэффективной. Поэтому актуальным становится вынос вычислительных мощностей из ЦОД как можно ближе к IoT-устройствам и сопряженному оборудованию. Специально для таких задач мы предлагаем новый тип конвергентных периферийных систем HPE Edgeline. Эти системы работают в широком диапазоне температур – от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ , могут быть оснащены графическими картами, промышленными коннекторами RS232/422/485, CAN Bus, GbE TSN, а также имеют удобную систему управления, включающую создание и развертывание готовых приложений в виде контейнеров.

**– Какие возможности открывает применение Искусственного интеллекта в индустрии ЦОД для повышения как производительности и надежности их функционирования, так и самостоятельности управления и обслуживания? Что в этой области предлагается на сегодняшний день?**

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Есть реальные примеры эффективного использования AI-систем для обслуживания ЦОД. Наш партнер и заказчик, оригинальный производитель оборудования компания Rittal использует методы глубокого машинного обучения и нейронные сети для предиктивной диагностики и сервисного обслуживания “по состоянию” систем охлаждения и кондиционирования серверного оборудования в дата-центре. Экономический эффект – сокращение затрат на сервисное обслуживание систем охлаждения на 30%.

**Александр Шумилин, компания HPE.** Автоматизированный контроль за состоянием ИТ-оборудования, прогнозирование нагрузок и предсказание ошибок – актуальные задачи для производителей. Платформа HPE InfoSight благодаря Искусственному интеллекту предсказывает и предотвращает сложные проблемы, даже такие, причины которых лежат за пределами привычных зон ответственности ИТ-специалистов. Например, администратору СХД было бы трудно обнаружить связь между падением произ-

водительности системы хранения данных и версионностью драйверов виртуальной машины. Используя глобальную базу знаний, платформа HPE InfoSight, однажды обнаружив такую связь, проактивно защитит от сбоев всех заказчиков со схожим профилем ИТ-инфраструктуры.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Esri не занимается центрами обработки данных напрямую, однако инструменты ArcGIS можно использовать для поиска и оценки потенциальных мест размещения ЦОД с учетом оценки рисков и доступности ресурсов, таких как электроэнергия и водяное охлаждение, уровень сейсмоопасности, стоимость земли, демографическая ситуация на ближайших территориях, транспортная доступность и т.д. – для этих целей технологии ИИ также применимы. В ЦОД технологии Искусственного интеллекта традиционно применяются для оптимизации энергопотребления, в частности для прогнозирования подъемов и спадов требуемой вычислительной мощности, а также для “эластичного” регулирования количества работающих узлов в единицу времени. ИИ также используется для мониторинга и выявления подозрительной активности при анализе трафика.

**– Современный бизнес вынужден бороться со все большим количеством все более сложных кибератак, ущерб от которых постоянно увеличивается. Могут ли технологии Искусственного интеллекта и машинного обучения сделать радикальный прорыв в области разработки средств информационной защиты ИТ-инфраструктуры и других активов предприятий?**

**Олег Саенко, компания Cisco.** Если коротко, то должны и могут. Уже сейчас алгоритмы Искусственного интеллекта применяются в решениях Cisco по обеспечению информационной безопасности для выявления вредоносного кода, например для анализа зашифрованного потока данных без его расшифровки. Различные системы корреляции статистических данных также могут своевременно выявить несанкционированный доступ и пресечь нарушение информационной безопасности предприятия, что особенно важно на объектах критической инфраструктуры.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Да, могут. Например, специалисты Booz Allen Hamilton совместно с компанией NVIDIA более двух лет исследуют возможности архитектур, комбинирующих алгоритмы машинного обучения и сегментации, вероятностные и графические модели, рекуррентные нейронные сети и обучение-с-подкреплением для обнаружения подозрительной активности в компьютерных сетях в режиме реального времени. Уже сейчас полученные результаты впечатляют: обнаружение 96% заранее неизвестных атак при пропускной способности более 5 Гб в секунду с одного GPU.

**Александр Шумилин, компания HPE.** Действительно, безопасность ИТ-инфраструктуры – та сфера, где применение AI может быть весьма эффективно. Уже существуют решения, которые автоматически

блокируют работу объектов (физических серверов, ноутбуков, виртуальных машин и проч.), поведение которых кажется подозрительным или нетипичным. Так, например, HPE Aruba Introspect анализирует сетевой трафик и помещает в карантин IP-адреса с аномальной активностью.

**Иван Некрасов, компания GE Digital.** Решения в области кибербезопасности развиваются в ногу с современными информационными технологиями. Есть лидеры рынка, активно внедряющие (и весьма успешно) методы Искусственного интеллекта для выявления и устранения еще не идентифицированных киберугроз, то есть тех, для которых отсутствует описание, шаблон или любая другая информация по существу. При этом традиционные методы защиты по-прежнему не утратили своей актуальности. Компания GE Digital развивает собственную линейку программно-аппаратных комплексов защиты GE Wurdtech, являющуюся официальным стандартом кибербезопасности, признанном на государственном уровне в странах Северной Америки. В своем подходе мы руководствуемся принципом “в системе запрещено все, что не разрешено в явном виде”. Таким образом, имея строго определенные сценарии разрешенного поведения, пользователи системы не смогут совершить действия, которые в явном виде отсутствуют в списке разрешенных. На этапе внедрения индустриальной информационной системы проводится обкатка всех разрешенных действий операторов, при этом специализированный модуль кибербезопасности GE OpShield в фоновом режиме записывает весь трафик сети в специализированную базу данных. Далее при работе системы осуществляется постоянная онлайн сверка текущих информационных потоков с записанными в базе и автоматическая блокировка любых неизвестных действий. Таким образом, при данном подходе отсутствует необходимость применения сложных математических методов (таких, как, например, методы машинного обучения) для поиска и анализа угроз, а фокус смещается в сторону контроля сценариев, полностью определенных заранее. Задача контроля в такой постановке успешно решается классическими методами без привлечения искусственного интеллекта.

**Александр Овчинников, компания Datana.** Сегодня в области информационной безопасности решения на базе Искусственного интеллекта и машинного обучения по большей части реализуются в формате пилотов. Но в том, что эти технологии помогут сделать качественный скачок в области разработки средств информзащиты, сомнений нет. Ведь основной принцип текущих решений в области ИБ – это постфактумная аналитика, когда сначала имеет место факт атаки, а затем уже разрабатывается дорожная карта, как с этим бороться в будущем. Технологии ИИ и машинного обучения в свою очередь могут и будут работать по принципу предсказания, то есть алгоритмы заранее предскажут, где и когда может быть произведена атака злоумышленниками.

Стоит отдельно отметить, что у нас пока отсутствует базовое регулирование работы с алгоритмами ИИ и машинного обучения, с технологиями обработки больших массивов данных на промышленных предприятиях. Введение норм федерального закона “О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации” лишь создает дополнительные преграды для внедрения решений в области Искусственного интеллекта. Под преградами я подразумеваю сложность, длительность и, что самое главное для заказчика, стоимость решения.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Современные кибератаки и вторжения в защищенный ИТ-периметр предприятия характеризуются сложными сценариями, включающими в том числе методы социальной инженерии. Технологии ИИ (распознавание образов, нейронные сети) уже сейчас помогают вовремя обнаруживать и предупреждать кибератаки и утечку данных. Например, интеллектуальный анализ трафика внутри сети с использованием протокола NetFlow может вовремя обнаружить затаившегося бота или червя в корпоративной ИТ-инфраструктуре. Методы распознавания образов на основе нейронных сетей уже давно используются при анализе поведения подозрительных программ и файлов “в песочнице”, имитирующей реальный сервер, и при анализе текста входящей электронной почты.

**– Непрерывное возрастание и усложнение рабочих AI-нагрузок рано или поздно поставят на повестку дня вопрос о пределе возможностей традиционных вычислительных архитектур, построенных на принципах фон Неймана, и переходе к новым концепциям процесса вычислений. Исследования и уже конкретные разработки принципиально новых типов вычислительных устройств, как известно, уже ведутся. Какие из такого рода разработок имеют перспективы для практического применения в обозримом будущем и насколько радикальные перемены в эволюции Искусственного интеллекта они способны принести с собой?**

**Иван Пятернев, компания КРОК.** Многие производители вычислительных систем давно уже задумались о пределе возможностей традиционных вычислительных архитектур, построенных на принципах фон Неймана, но к единому мнению о том, что их ждет в дальнейшем, пока не пришли. Поэтому сейчас пристальное внимание уделяется концептуально новым методам вычисления, например квантовым. В целом, технологии распределенных вычислений не стоят на месте и позволяют эффективно использовать существующие технологии для работы с самыми новыми достижениями в области AI.

**Дмитрий Кудинов, компания Esri.** Как раз для борьбы с проблемами фон Неймовской архитектуры современные видеокарты и карты TPU ис-

пользуют собственную локальную память, а не память компьютера. В случаях, когда в узле установлено более одной GPU-карты, по этой же причине важно использовать прямые шины, такие как NVLink, для того чтобы GPU в процессе обучения нейронной сети могли бы обмениваться градиентами напрямую, минуя центральную шину и память.

Что же касается применения квантовых компьютеров в связке с нейронными сетями, эти технологии находятся в активной разработке, однако мы не видели пока практических результатов. Команда Google Quantum AI обещает представить первые коммерческие технологии в этой области не ранее 2022 года. Посмотрим.

**Александр Шумилин, компания HPE.** В компании HPE в качестве ближайшей перспективы рассматривается переход от архитектур, где центральную роль играет процессор/вычислитель (CPU-centric), к архитектурам, в которых центральным элементом является массив памяти (memory-centric). Концепция ИТ-систем будущего будет базироваться на использовании мемристоров (хранение данных), квантовых вычислителей и фотонов (передача данных).

**Вячеслав Елагин, компания HPE.** И первые шаги на этом пути уже сделаны: в прошлом году HPE построила машину с самым большим количеством оперативной памяти. Но этого недостаточно. Все компоненты системы должны быть связаны между собой принципиально новой “шиной”, которая должна предоставить унифицированный доступ к памяти, устройствам ввода/вывода, процессорам, накопителям и т.д. Консорциум Gen-Z, объединяющий десяток ведущих разработчиков отрасли, работает сообща над новым продуктом. Прототипы уже представлены – это недорогой и масштабируемый (до очень дорогого – для машин эксафлопсного уровня) интерконнект, и мы ожидаем, что его промышленная реализация будет осуществима уже в недалеком будущем. Архитектура, построенная вокруг памяти, должна принести новые возможности и перспективы не только технологиям ИИ, но и вообще всей ИТ-сфере.

**Дмитрий Соколов, компания Siemens.** Еще в конце прошлого века велись разработки специализированных процессоров, реализующих нейронные сети на аппаратном уровне. Сегодня это стандартная практика в новых моделях мобильных телефонов. Компания Siemens уже начала встраивать такие чипы в производимое оборудование, например в последние версии промышленных контроллеров Simatic.

**Владимир Хрящев, ЯРГУ.** Технологии Искусственного интеллекта развиваются волнообразно, и сейчас они на подъеме, однако в перспективе 2020-х годов они, скорее всего, приостановят свой бурный рост. По моему мнению, уже скоро Искусственный интеллект прочно войдет в нашу жизнь, ажиотаж вокруг него прекратится, вырастет объем рутинной монотонной работы по сбору и обработке данных для использования ИИ, по решению повседневных задач. Следующая волна роста технологий Искусственного интеллекта видится уже в связи с развитием гибридных биоинженерных технологий. Существенный скачок тех-

нологий ИИ также может вызвать появление квантовых компьютеров, хотя временные рамки такого события пока очень неопределенны.

*Промышленность, управляемая Искусственным интеллектом, это, как можно понять из прошедшего обсуждения, на сегодняшний день весьма туманная перспектива, уходящая в достаточно отдаленное будущее. Пока реализация Искусственного интеллекта основывается на принципах функционирования нейронных сетей, и какими бы темпами ни возрастали их аналитические способности, речи об автономии машин в принятии решений без участия человека еще долго не будет идти. В сущности, как отмечают спикеры, принципиальной разницы между традиционной автоматизацией и автоматизацией с использованием Искусственного интеллекта нет. Просто давно известные нейросетевые алгоритмы благодаря появлению Больших данных и мощных вычислительных возможностей стали способны решать задачи, которые раньше не могли быть решены. И открыли перед бизнесом новые пути эффективного достижения целей. Однако эксперты советуют не кидаться в ИИ-проекты на волне всеобщего хайпа, как выразился один спикер, а рассматривать внедрение AI-систем как часть долгосрочной стратегии цифровизации предприятия.*

*Такой подход подразумевает тщательную разработку задач предприятия и составление детального плана, описывающего все процессы, подлежащие модернизации с помощью AI. При этом возможным и целесообразным путем встраивания технологий Искусственного интеллекта в деятельность промышленных компаний участники обсуждения считают поэтапную и постепенную цифровизацию отдельных, возможно наиболее проблемных или неэффективных, производственных участков и оборудования.*

*Именно от конкретных целей, стоящих перед предприятием, рекомендуют отталкиваться эксперты, идет ли речь о выборе подходящего алгоритма вычислений для оптимизации каких-то локальных задач, приобретении готовых решений для тех или иных сценариев использования AI или же принимается решение в пользу построения единой интеллектуальной платформы для полной цифровой трансформации бизнеса.*

*Кстати, “хорошей новостью” является то, что для использования технологий и разработок в области Искусственного интеллекта предприятию зачастую не требуется никаких инвестиций, и решение многих AI-задач производства можно вполне осуществить на имеющемся вычислительном оборудовании.*

*Компании, принявшие участие в сегодняшнем обсуждении, готовы помочь предприятиям сделать как первый шаг на пути к интеллектуализации – то есть понять, где целесообразно применение технологий ИИ и какой эффект они получают от их внедрения, так и разработать полномасштабную платформу “умного” предприятия, которая станет базисом для создания решений на основе Искусственного интеллекта.*

Круглый стол провела Елена Васильева



**17-20 СЕНТЯБРЯ**  
**РОССИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

**НЕВА** 2019

**15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ГРАЖДАНСКОМУ СУДОСТРОЕНИЮ,  
СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ,  
ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА**



> 30 000 м<sup>2</sup>  
площадей



> 600  
экспонентов  
из 36 стран мира



> 1000  
иностранных  
делегатов



NEW спецпроект  
«Центр малого  
судостроения»



Насыщенная  
деловая  
программа  
с участием  
международных  
экспертов



**ЭКСПОФОРУМ**  
**ПАВИЛЬОНЫ F, G, H**  
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

6+



info@nevainter.com  
+7 (812) 321 26 76  
+7 (812) 321 28 17  
WWW.NEVAINTE.RU

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

