

На пороге четвертой промышленной

В привычный нам мир, и без того насыщенный информационными новациями, ворвался новый, четвертый промышленный технологический переворот со своими неотъемлемыми составляющими: глобальной цифровизацией, облачными технологиями, интернетом вещей, нейросетями, самообучающимся искусственным интеллектом, а также переходом к новому типу производства, названному «Индустрия 4.0». Готовы ли в Беларуси к таким кардинальным переменам?

Эпоха умных технологий

Мир уже пережил три промышленные революции. В XVIII–XIX веках произошла первая, связанная с началом использования паровых машин и переходом от ручного труда к фабричному. Приход XX века ознаменован второй промышленной революцией. В это время далеко вперед шагнула наука, в производстве стали широко применяться электричество и химикаты, а на заводах началось массовое использование конвейеров.

Третья революция случилась сравнительно недавно – в 1980-е – тогда на фабриках стали внедряться автоматизированные линии, роботы и информационные технологии. Развитие вычислительной техники и интернета привело к глобализации. По мнению аналитиков, радикальные изменения снова не за горами: началась четвертая промышленная революция, которая, как и ее предшественницы, призвана вывести человечество на новый уровень прогресса. Немецкий экономист, основатель и президент Всемирного экономического форума в Давосе Клаус Мартин Шваб определил ее как слияние разных технологий – цифровых, физических, биологических, управленческих. Как же это будет происходить в реальности?

Взять хотя бы производство. Оно станет умным, с полностью автоматизированными фабриками, подключенными к интернету станками, гибкими техноло-

гиями: заводы будут работать без участия человека. Все операции – производство товаров, упаковка, обработка поступающих заказов, доставка клиентам, складской учет, закупка материалов и другие процессы будут выполнять роботы.

Делая ставку на цифровое будущее, правительства развитых стран в последние пять лет инвестируют огромные средства в новые промышленные технологии. В лидерах – Германия, которая вкладывает в эту сферу около 40 млрд евро в год. Умные заводы уже функционируют в США, Японии, Швеции и некоторых других странах. Но это только одна из ключевых технологий четвертой промышленной революции. Предполагается, что существенно изменят мир технологии, связанные с геной инженерией и созданием новых биологических и биотехнических изделий, механизмов и препаратов. Особенно востребованным будет направление нейротехнологии, основанное на изучении процессов, происходящих в мозге человека, и разработке технологий, подобных взаимодействию человека с человеком и человека с машиной. Ставка делается и на прорывные технологии искусственного интеллекта. Исследователи предполагают, что он будет самостоятельно развиваться и самосовершенствоваться в процессе функционирования, таким образом вторгаясь в область, которая раньше была прерогативой только людей.

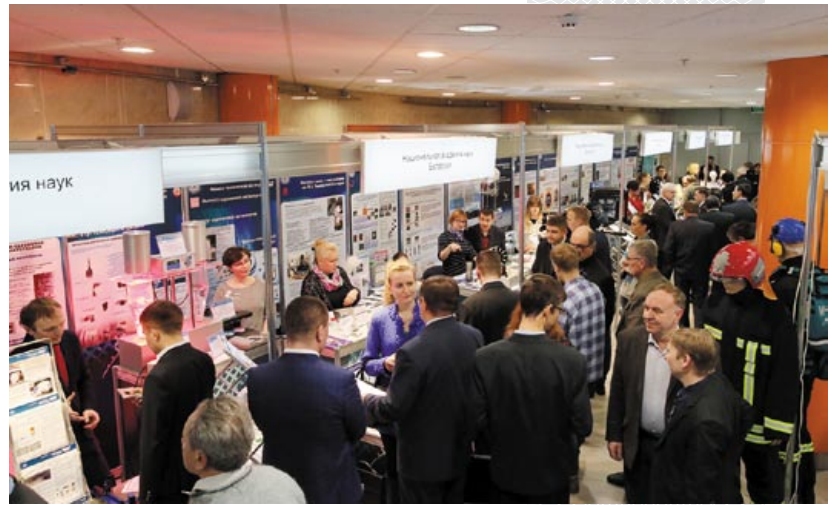
Каскад новаций обрушится и на энергетическую сферу, включая возобновляе-



мые источники энергии – солнце, ветер, в ходу будут новые способы аккумулирования тепловой и электрической энергии любой мощности. Существенные изменения претерпит информационная и коммуникационная техника, сенсорные интеллектуальные устройства и датчики обеспечат функционирование системы «умный город».

А вот по поводу аддитивных технологий сегодня существуют неоднозначные мнения. Одни ученые уверены, что они будут стремительно развиваться, и предвидят использование 3D-принтеров не только для печати живых структур, например, органов человека, но и их широкое применение в быту, когда можно будет распечатать вечернее платье по собственному дизайну или галстук к деловой встрече. Другие же считают: эта ветвь инноваций в перспективе будет не столь востребованной и не окажет заметного влияния на масштабное производство.

Стремительный прогресс не лишен минусов с точки зрения занятости населения. Автономные и сенсорные устройства в будущем существенно потеснят позиции людей на рынке труда. Все больше умных устройств, включая беспилотные автомобили и автономных роботов, берут на себя выполнение ежедневных человеческих обязанностей. Сегодня стало реальностью то, что технологии использования больших объемов данных (Big



data) предсказывают места и даты преступлений в Лос-Анджелесе и Нью-Йорке, более 3 тыс. роботов-хирургов успешно ассистируют при проведении операции, а адвокатская контора нанимает первого робота-адвоката... Очевидно, уже в ближайшие десятилетия кардинально изменятся и рынок труда, и само общество. По прогнозам, беспилотные автомобили и грузовики оставят без работы большое число транспортных служащих в США. Исследования в области искусственного интеллекта добавляют к этой статистике еще миллионы незанятых людей. Адаптироваться к новым реалиям получается не у всех, поэтому уже появился спрос на новые профессии, скажем, интеллект-тренера, который будет заниматься развитием индивидуальных когнитивных навыков. В целом эксперты оценивают рынок переобучения людей в 3 млрд долларов.

Поддержать новые тренды

Как синоним четвертой промышленной революции сегодня используется термин «Индустрия 4.0». Ее суть – в создании новых киберфизических комплексов, объединенных в единую цифровую систему. В промышленности одним из направлений грядущей трансформации станет не только роботизация и автоматизация, но и интеллектуализация процессов жизненного цикла изделий – от

◀ Более 80 разработок и новых технологий представила Национальная академия наук Беларуси на выставке научно-технических достижений. 2018 год

цифрового проектирования до автономной и совместной работы оборудования и роботов, отслеживания финансовых процессов, закупочной деятельности, мониторинга рынков сбыта и т. д. Не исключено, что это поставит под сомнение конкурентоспособность традиционных способов организации производства.

Как отметил председатель Президиума НАН Беларуси доктор экономических наук, академик Владимир Гусаков, выступая на II Съезде ученых Республики Беларусь, совершенно новый этап индустриализации страны, новая промышленная революция базируются на информатизации, интеллектуализации и цифровой экономике, применяемых, однако, с учетом существующих реалий.

Правда, отечественные отрасли имеют различный уровень готовности к Индустрии 4.0. Так, IT-сектор давно знаком с новыми технологиями: искусственный интеллект, нейронные сети – разработки в этих направлениях ведутся. Прогрессивные отрасли, на развитие которых нацелена Беларусь, – фармацевтика, нано- и биотехнологии, приборостроение, первыми подхватывают и внедряют новое.

– Пока на наших отечественных предприятиях немного инновационных элементов, которые соответствуют четвертой промышленной революции, – считает заместитель генерального директора по научной работе Объединенного института проблем информатики (ОИПИ) НАН Беларуси доктор физико-математических наук, член-корреспондент Михаил Ковалев. – Но если мы не будем отслеживать мировые тенденции, разбираться в них, не будем участвовать в общемировом процессе, то отставание негативно повлияет на место страны в глобальной экономике, науке, культуре и социальной жизни.

По словам М. Ковалева, большинство технологий, являющихся основой четвертой промышленной революции, в Беларуси разработаны. Проблема в том, что нужны время, ресурсы и, разумеется, крупные инвестиции для реализации их на практике, массового внедрения в реальном секторе экономики. Пока же

они используются преимущественно в научных исследованиях, воплощаются в виде опытных образцов и пилотных проектов, имитационных моделей, игр. В то же время хорошие результаты достигнуты в Беларуси в области цифровизации государственных, банковских, медицинских и других социальных услуг.

Приоритетные направления, которые характеризуют Индустрию 4.0, давно подхватили в Академии наук. Например, в Объединенном институте проблем информатики НАН Беларуси проводятся изыскания и получены результаты мирового уровня в области искусственного интеллекта и использования больших данных. Согласно международным прогнозам развития, пользовательские устройства и сенсоры через 15–20 лет будут иметь неограниченные возможности для хранения и обработки данных. Уже сейчас сенсоры и датчики получают огромные объемы информации, причем неструктурированной. Но как с ней в дальнейшем работать? Чтобы анализировать и использовать такие объемы данных, нужны специальные математические и информационные методы, которые сегодня разрабатываются сотрудниками ОИПИ НАН Беларуси.

В перспективе отрасли экономики, имеющие доступ к большим массивам данных, на их основе получают возможность радикально повысить качество принимаемых решений, особенно рутинных. Подобно тому, как в свое время благодаря прогрессу человек значительно освободился от тяжелого физического труда, а затем и от некоторой монотонной работы, от четвертой промышленной революции ждут, что она освободит от решения множества типовых задач в различных сферах, например банковских, юридических услуг, страхования, бухгалтерии, управления, консалтинга и аудита, метрологического обеспечения и здравоохранения. Расширятся возможности для высокоинтеллектуальной и творческой работы, и в то же время она станет более востребованной и ценимой.

Что касается разработки систем искусственного интеллекта, здесь ученые



углубятся в изучение и создание нейронных сетей. Идея заключается в том, чтобы смоделировать работу человеческой нервной системы, а именно: ее способность к обучению и исправлению ошибок. В этом состоит главная особенность любой нейронной сети – она может самостоятельно обучаться и действовать на основании предыдущего опыта, с каждым разом делая все меньше ошибок. Все задачи, которые могут решать нейронные сети, так или иначе связаны с обучением. Среди основных областей их применения – прогнозирование, принятие решений, распознавание образов, оптимизация, анализ данных. Считается, что именно нейросети свяжут воедино все технологии Индустрии 4.0.

– Если мы говорим о будущем, то стоит упомянуть основные принципы, на которых базируется Индустрия 4.0, – считает М. Ковалев. – Один из них – интероперабельность. Речь идет о функциональной совместимости, что означает: машины, устройства, датчики и люди способны обмениваться информацией и взаимодействовать посредством интернета. Сюда же можно отнести интернет вещей, когда все устройства между собой связываются, но, в то же время, умеют выполнять какие-то функции самостоятельно. У нас в институте эти передовые направления быстро подхватили молодые исследователи. В ОИПИ НАН Беларуси в лаборатории робототехники создаются в какой-то степени наделенные искусственным интеллектом роботизированные устройства и транспортные средства с сенсорной начинкой, которыми можно управлять через интернет.

Другой принцип Индустрии 4.0 – информационная прозрачность, то есть способность отследить, получить, понять и необходимым образом обработать любую информацию.

Третий – техническое сопровождение, когда технические устройства и компьютеры, обрабатывая большие объемы информации, способны помогать человеку в оперативном принятии сложных решений. Это поле деятельности для суперкомпьютеров.

Еще один важный принцип – децентрализация принятия решений. Это означает, что информационные или компьютерные системы способны принимать решения в большой степени автономно, оставляя за человеком функции наиболее важного контроля.

Говоря непосредственно о направлениях четвертой промышленной революции, М. Ковалев отмечает, что в Беларуси хорошо развиваются телекоммуникационные услуги, включая облачные и удаленные сервисы. Через интернет в автономном режиме осуществляют многие функции предприятия отечественного машиностроения: покупку, продажу, получение информации о гарантийном и постгарантийном обслуживании, подбор необходимых запасных деталей для техники и т. д.

Так, разработанные на ОАО «БелАЗ» информационные системы позволяют покупателям по интернету сделать заказ на карьерный самосвал необходимой модификации, выбрать желаемые дополнительные опции, то есть многие сервисные функции уже автоматизированы. Такая эффективная информационная технология может быть востребована и на других предприятиях машиностроительного комплекса страны.

В сущности, это пока только первые шаги в новую Индустрию 4.0. А в дальнейшем грядет комплексное применение средств автоматизации, автоматическая обработка информации на всех стадиях жизненного цикла изделия. Ключевая роль отводится так называемым промышленным системам управления, которые займутся сбором данных и их анализом, диспетчерским управлением, распределением задач, принятием решений. Многочисленные центры данных (дата-центры) на территории страны сохранят и обработают большие массивы информации, которая будет генерировать умное производство.

Свою нишу в четвертой промышленной революции занимают аддитивные технологии, которые в Беларуси довольно успешно осваиваются в научно-исследовательских центрах, в промыш-





▲ В НАН Беларуси проходил Восьмой научно-производственный семинар «3D-принтеры: перспективы применения и развития». 2017 год

ленности и в коммерческой сфере. В Государственном научно-производственном объединении порошковой металлургии НАН Беларуси активно разрабатываются приемы 3D-печати с использованием порошков в полимерных, металлополимерных, металлических и металлокерамических сплавах. Изделия, созданные по аддитивным технологиям, применяются в промышленности, в том числе в таких высокотехнологичных отраслях, как авиационная и космическая, в медицине изготавливают имплантаты и инструменты, хорошие перспективы видятся и в травматологии, ортопедии, челюстно-лицевой хирургии.

Есть и показательные примеры. Ученые Института тепло- и массообмена НАН Беларуси смогли создать и распечатать целый набор моделей человеческих органов. 3D-модели коленного сустава и стопы, созданные по компьютерным томограммам реальных пациентов, уже использовались врачами для подготовки к сложным операциям.

Проекты по специальным технологиям производства сырья для 3D-печати реализуют Институт химии новых материалов НАН Беларуси и целый ряд белорусских университетов. По мнению ученых, материалы для 3D-печати – пока

узкое место. Осваивать металлы и керамику сверхсложно, потому что процесс нужно выполнять при высоких температурах.

– В отличие от других стран, в Беларуси в Индустрию 4.0 включили еще одно направление, – рассказывает заместитель генерального директора по научной работе Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси М. Ковалев. – Это технология блокчейн, которая обеспечивает надежный и безопасный способ передачи информации, имеющей как конфиденциальную, так и открытую составляющие. Любой участник процесса может отследить через интернет каждую операцию, проведенную с использованием этой технологии. Ее применяют для передачи финансовой информации, а также любой другой, включая промышленную.

Очевидно, что научные прорывы последних лет лежат на стыке информационных технологий, ставших признанной универсальной платформой любого научного исследования, и технологического физического мира, производства. Об этом говорил первый заместитель председателя Президиума НАН Беларуси доктор технических наук, академик Сергей Чижик, выступая на секции «Технические науки – Индустрия 4.0» во время II Съезда ученых Беларуси. По его словам, сегодня интенсивно развиваются компьютерный инжиниринг, аддитивные технологии, индустриальный интернет, в то же время заметно снижается интенсивность человеческого труда и повышается его производительность.

– Интересные тенденции просматриваются, например, в автотракторостроении, – отметил С. Чижик. – Речь идет о применении материалов со специальными свойствами для изготовления деталей двигателей, других современных конструкций и систем. А это новые товарные ниши на глобальном рынке. Белорусские ученые могут сказать свое слово в современных производственных технологиях, связанных с материаловедением, робототехникой, интеллектуальной энергетикой, и многом другом,

что сегодня определяет вектор будущего, формирует Индустрию 4.0.

С помощью суперкомпьютера

Сегодня белорусские ученые вплотную приблизились к реальности, основу которой составят умные месторождения, где по удаленным каналам можно будет проводить все расчеты на местности и без всяких промедлений. А еще – точно прогнозировать наличие в земной поверхности тех или иных видов ископаемых. Правда, как подчеркивает заместитель гендиректора по научной и инновационной работе Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси доктор военных наук Сергей Кругликов, здесь не обойтись без суперкомпьютера, ведь потребуются обработка большого количества данных, поступающих при сейсморазведке, бурении с различных датчиков, размещенных в шахте.

– Умное месторождение – это только одно из актуальных направлений, где задействована суперкомпьютерная техника, – утверждает С. Кругликов. – Без применения суперкомпьютерных и грид-систем невозможно создание новых научных знаний, новых технологий и, соответственно, товаров и услуг, превосходящих предлагаемые конкурентами. Это понимание сложилось и в науке, и в реальной экономике, и на уровне государственного управления.

Если заглянуть в предысторию, суперкомпьютерная инициатива «Феникс», названная «СКИФ», стала брендовой за годы выполнения программ Союзного государства Беларуси и России и послужила основой развития отечественных суперкомпьютерных технологий. Восхождение к успеху началось с первой суперкомпьютерной программы Союзного государства, завершившейся в 2004 году: тогда Беларусь вошла в число стран, имевших 100 самых мощных в мире компьютеров. Но технологии не стоят на месте – только за последние 10 лет производительность суперкомпьютеров выросла в 630 раз.

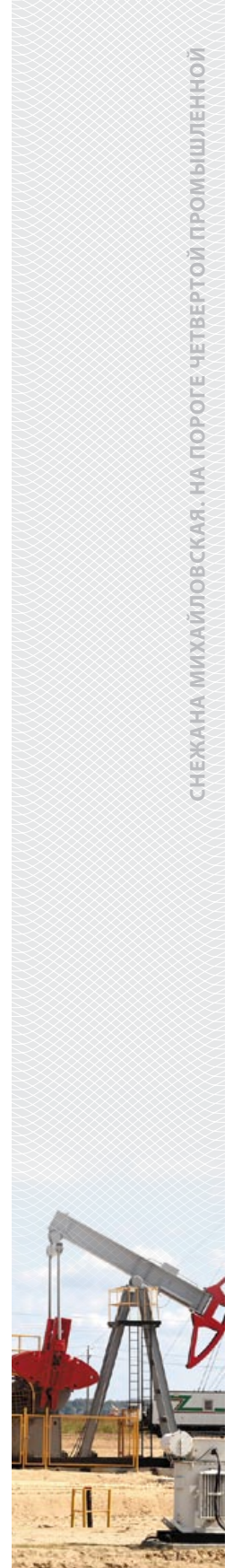
В рамках программы «СКИФ-ТРИАДА» на 2005–2008 годы на базе суперкомпьютеров были созданы информационные технологии для автоматизации разработки новых образцов техники. Результаты переданы на УП «МЗКТ», ОАО «Амкорд», ОАО «Горизонт», ОАО «Белкард» и многие другие предприятия страны.

Получить конструкторско-технологические решения, соответствующие мировому уровню, позволило выполнение программы «СКИФ-ГРИД» в 2007–2010 годах. После создания и ввода в эксплуатацию 7 суперкомпьютерных и 23 программных комплексов мировым суперкомпьютерным сообществом направление «СКИФ» признано как собственная технология Союзного государства.

– В части грид-технологий созданы 24 образца программных средств новых сервисов для построения и обеспечения безопасности грид-инфраструктуры и ее эффективного использования, в том числе и в крупнейших международных проектах, – отметил С. Кругликов.

В настоящее время в ОИПИ НАН Беларуси выполняется научно-техническая программа Союзного государства «СКИФ-НЕДРА» на 2015–2018 годы. Ведется разработка высокопроизводительных информационно-вычислительных технологий для увеличения и эффективного использования ресурсного потенциала углеводородного сырья и других полезных ископаемых. Точность и скорость расчетов непосредственно зависят как от качества прикладного программного обеспечения, так и от мощности и специальных характеристик высокопроизводительных вычислительных образцов. Суперкомпьютерные вычисления заметно сократят и время решения сложных задач по 3D-моделированию – вместо необходимых ранее 48 часов понадобится всего 7–8 минут. Сократятся и объемы разведочного бурения, а это тоже сэкономит деньги.

Как рассказал С. Кругликов, на подходе опытные образцы высокопроизводительных систем «СКИФ-ГЕО» в двух базовых конфигурациях. Первый образец



«СКИФ-ГЕО-ЦОД» производительностью до 150 терафлопс предназначен для центра обработки данных. Суперкомпьютер позволит решать задачи геологоразведки в удаленном режиме с помощью грид- и облачных технологий. Геологам он поможет в буквальном смысле заглянуть в толщу земли в поисках новых месторождений нефти и газа.

Предполагается, что второй образец, офисный вариант «СКИФ-ГЕО-ОФИС» производительностью до 15 терафлопс, будет использоваться отраслевыми исследовательскими центрами и учебными заведениями, отдельными добывающими и сервисными компаниями.

Новые супервычислители обладают уникальными свойствами. Оригинальное отечественное конструктивно-технологическое решение компоновки вычислительного узла, отечественная система охлаждения вычислительного узла на базе радиаторов с запрессованными тепловыми трубками, низкий уровень шумов и энергопотребления – все это делает их мировыми брендами. Приемочные испытания опытных образцов «СКИФ-ГЕО-ОФИС РБ» и «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ» намечены на текущий год.

Надо сказать, что экспериментальный образец офисного суперкомпьютера, разработанного в рамках программы Союзного государства «СКИФ-НЕДРА», вызвал неподдельный интерес на IV Форуме регионов Беларуси и России, проходившем 29–30 июня 2017 года в ЦВК «Экспоцентр» в Москве. Проект привлек внимание инвесторов из Саудовской Аравии, ведутся переговоры о поставках в Китай. Масштабные вычисления нужны и на крупнейшем месторождении полезных ископаемых в Калининградской области.

Реализация программы «СКИФ-НЕДРА» предусматривает также разработку специального программного обеспечения по высокопроизводительной обработке и интерпретации геолого-геофизической информации с последующим построением структурных моделей, перспективных для поиска нефтегазовых залежей, а также программный комплекс по моде-

лированию геомеханических процессов разрушения горных пород при отработке месторождений калийных солей.

Отличительная особенность программы, по словам С. Кругликова, – ее отраслевая и практическая направленность. Полученные результаты планируется внедрить на отечественных предприятиях, таких как ОАО «Беларуськалий», РУП «НПЦ по геологии», ОАО «Белгорхимпром». Благодаря высокотехнологичным разработкам в будущем появится единая интеллектуальная грид-среда недропользования Беларуси, что и позволит вести разработку умного месторождения.

Работа идет в тесном сотрудничестве с российскими партнерами. В удаленном режиме ведется постоянное тестирование программно-аппаратных средств, разрабатываемых по программе «СКИФ-НЕДРА». Изначально проект был ориентирован на нефтегазовый сектор, но суперкомпьютерная конфигурация кластерной структуры может не только решать задачи, связанные с геологоразведкой и геофизической информацией, но и применяться в машиностроении для расчета динамики сложных металлоконструкций, в биоорганической химии – при моделировании лекарств. Кроме того, моделировать сложные биологические структуры, имитировать взаимодействие систем, состоящих из молекул и атомов, анализировать возможные способы их взаимодействия, прогнозировать глобальные атмосферные явления и т. д.

«Кто владеет информацией, тот владеет миром» – эту фразу Натан Ротшильд произнес более 200 лет назад, когда еще не было суперкомпьютеров и таких массивов данных. В нашу эпоху миром владеет тот, кто умеет данной информацией грамотно распоряжаться. Пусть Беларусь сегодня только на пороге четвертой промышленной революции. Но, как свидетельствуют факты, мы все больше погружаемся в цифровой мир – это наше настоящее. Ну а будущее принадлежит тем, кто быстрее ориентируется в трендах новой цифровой эпохи.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ ▀