

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

#10

декабрь

2021

Главная тема

Цифровая трансформация

Тренды, решения, эффекты

В номере

Итоги-2021

4

«Цифра» в стройкомплексе

26

Год науки и технологий

54



Уважаемые читатели!

Темпы, с которыми цифровые технологии сегодня меняют жизнь общества и облик бизнеса, беспрецедентны. На смену понятию «цифровизация» несколько лет назад пришел термин «цифровая трансформация», который более полно отражает происходящие радикальные изменения во всех отраслях экономики и практически во всех аспектах человеческой жизни. Несмотря на неравномерность цифровых перемен, которая связана со спецификой различных отраслей, общий вектор движения в сторону цифровой экономики очевиден и безальтернативен.

Росатом выступает соисполнителем дорожной карты «Новые производственные технологии» в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» нацпрограммы «Цифровая экономика РФ» и является центром компетенций в направлении «Участие в цифровизации РФ». В этом номере мы рассказываем, какие процессы цифровых преобразований идут на предприятиях и в организациях госкорпорации, как развиваются технологии цифрового проектирования, математического моделирования, управления жизненным циклом продукции, «умного» производства и другие.

Также в декабрьском номере мы вспоминаем важные события, которые произошли в отрасли в уходящем 2021-м. Впереди много интересного, до встречи в новом году!

**ВЕСТНИК
АТОМПРОМА**

№ 10, декабрь 2021 года

Информационно-аналитическое издание

Фото на обложке
Shutterstock

Главный редактор
Юлия Долгова.

Выпускающий редактор
Ольга Еременко.

Дизайн и верстка
Валерий Балдин, Андрей Ковлягин.

Корректор
Алёна Капыльская.

**Учредитель, издатель
и редакция**
Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс».

Адрес редакции
129110 Москва,
ул. Гиляровского, д. 57, с. 4.

**Отдел распространения
и рекламы**
Татьяна Сазонова
sazonova@strana-rosatom.ru
+7 (495) 626-24-74.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ №ФС77-59582
от 10 октября 2014 года.

Тираж 1910 экземпляров.
Цена свободная.
Подписано в печать: 10.12.2021

При перепечатке ссылка на «Вестник атомпрома» обязательна. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Суждения и выводы авторов материалов, публикуемых в «Вестнике атомпрома», могут не совпадать с точкой зрения редакции.

Содержание

		Итоги года		Главная тема			
		Год Росатома	4	«Сарус» идет в ОПК	40		
		<i>Вспоминаем важные события, которые происходили в отрасли в уходящем году</i>					
Главная тема	КОРОТКО	Цифровая революция	10	ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ			
	ОФИЦИАЛЬНО	<i>На смену цифровизации пришла цифровая трансформация</i>					
	ИНДУСТРИЯ 4.0	К новым цифровым вершинам	12			НАУКА	
СТАНДАРТЫ	<i>Состоялась ежегодная отраслевая конференция Росатома по цифровизации</i>						
СТРОЙКОМПЛЕКС	Заглянуть в будущее	12	СТРАТЕГИЯ				
ТРЕНДЫ	<i>Виртуально-цифровая АЭС помогает прогнозировать поведение ее реального прототипа</i>						
ТЕХНОЛОГИИ	Как оцифровывалась сталь	19			ИЦАЭ		
	<i>Цифровизация производственных процессов в атомном машиностроении</i>						
	Двойники по стандарту	24	ГОД НАУКИ				
	<i>Новый ГОСТ повысит скорость вывода изделий на рынок</i>						
	Прозрачная стройка	26			ОСОБОЕ МНЕНИЕ		
	<i>ОЦКС внедряет IT-систему управления строительством</i>						
	Найти и посчитать	31					
	<i>Автоматизация мониторинга цен строительных ресурсов</i>						
	Digital-мир	35					
	<i>Цифровая эпоха в цифрах</i>						
	Поймать волну	38					
	<i>Какие конструкторские задачи помогает решать вычислительная гидроаэродинамика</i>						

Программный комплекс РФЯЦ-ВНИИЭФ успешно проходит апробацию на предприятиях оборонно-промышленного комплекса

Термоядерщики объединяются **42**
ИТЭР-Центр создает единое информационное пространство для исследований УТС

Диапазон возможностей **45**
Как стать успешным в цифровую эпоху

**Неочевидные стороны
Индустрии 4.0** **50**
О плюсах и минусах цифровой революции рассуждают эксперты ИЦАЭ

В фокусе времени **54**
Как государство и научное сообщество поддерживают молодых исследователей

Разум и природа организаций **58**
Технологии мышления как фундамент способов производства

Текст: «Вестник атомпрома»
 Фото: «Страна Росатом»

Год Росатома

Госкорпорация продолжает двигаться вперед, решая уже поставленные задачи и запуская новые проекты. Вспоминаем, что происходило в отрасли в уходящем году



АЭС

Российские АЭС превышают выработку прошлого года: за 11 месяцев станции выработали на 3,3% больше электроэнергии, чем за аналогичный период 2020 года, — почти 201,4 млрд кВт·ч. Напомним, что прошлый год был рекордным за всю историю атомной промышленности: АЭС в России выработали 215,746 млрд кВт·ч электроэнергии.

Энергоблок № 6 Ленинградской АЭС был введен в промышленную эксплуатацию 22 марта. Этот новейший блок поколения III+ стал четвертым в России с реактором ВВЭР-1200.

В апреле на площадке строительства энергоблока № 1 Курской АЭС-2 началось бетонирование самой высокой градирни России. Ее высота — 179 метров. Чтобы забетонировать всю оболочку башни, потребуется 14 000 м³ бетона. Сооружение второй градирни такой же высоты началось на Курской АЭС-2 в июне.

208 040,473 млн кВт·ч

электроэнергии выработали АЭС России с начала года (по состоянию на 10 декабря)



Ядерное топливо

В июне на Сибирском химическом комбинате заработало опытное производство тепловыделяющих сборок с инновационным уранплутониевым РЕМИКС-топливом для реакторов ВВЭР-1000. В ноябре первая партия топлива прошла приемку.

В сентябре на Ростовской АЭС началась опытно-промышленная эксплуатация топлива нового поколения безопасности — «толерантного» (ATF — Accident Tolerant Fuel). Загрузка состоялась в дни празднования 25-летия АО «ТВЭЛ».

На АО «МСЗ» создали прототип ядерного топлива для первой наземной атомной станции малой мощности с реактором РИТМ-200Н, которая будет построена в Усть-Янском районе Якутии.

104,3 млн тонн эквивалента CO₂

оценка текущей экономии выброса парниковых газов за счет работы российских АЭС (по состоянию на 10 декабря)

Ветроэнергетика

2021 год запомнится большими достижениями в развитии ветроэнергетики. В январе начала поставку электроэнергии и мощности на оптовый рынок (ОРЭМ) Кочубеевская ВЭС. Расположенная в Ставропольском крае ветроэлектростанция на сегодняшний день является крупнейшей в России: она состоит из 84 установок и имеет установленную мощность 210 МВт. С 1 апреля подает электроэнергию на ОРЭМ Кармалиновская ВЭС — второй ветропарк на Ставрополье. Установленная мощность ветроэлектростанции, состоящей из 24 ВЭУ, — 60 МВт.

С 1 июля поставки электроэнергии на ОРЭМ начала Марченковская ВЭС в Ростовской области — первый подобный проект Росатома в этом регионе. Станция установленной мощностью 120 МВт состоит из 48 ВЭУ. Такая же мощность у третьей ветроэлектростанции Ставропольского края — Бондаревской ВЭС, которая начала поставки электроэнергии на ОРЭМ 1 сентября. Шестой завершённый ветропарк АО «Новавинд» — Медвеженская ВЭС в Ставропольском крае, которая выдала первые киловатты 1 декабря, ее строительство заняло менее 12 месяцев. Выдано разрешение на строительство еще одной ветростанции в Ставропольском крае — Берестовской. Как и Медвеженская, она будет состоять из 24 ВЭУ общей мощностью 60 МВт.

С момента запуска первого ветропарка в Адыгее Росатом поставил в единую сеть страны более 1 млн МВт·ч электроэнергии, выработанной на основе ветра.

Достигнуты договоренности о поставке энергии, которую вырабатывают ветроэлектростанции Росатома, АО «Сибирский антрацит», — соответствующий контракт был подписан в октябре. Это первое угледобывающее предприятие в России, которое полностью покрывает свои энергетические потребности за счет ВИЭ.

>1 млн МВт·ч

электроэнергии, выработанной на основе ветра, поставил Росатом в единую сеть страны с момента запуска первого ветропарка в Адыгее

720 МВт

ветроэнергетических мощностей на юге России введено за 2021–2022 годы

210 МВт

установленная мощность крупнейшей в России Кочубеевской ВЭС в Ставропольском крае (состоит из 84 установок)



Проект «Прорыв»

10 февраля Сибирскому химическому комбинату была выдана лицензия на строительство первого в мире опытно-демонстрационного энергоблока с реактором на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300, а 8 июня состоялась заливка первого бетона. Во ВНИИМН им. А. А. Бочвара для БРЕСТ-ОД-300 был разработан технический проект твэла на основе ЧНУП-топлива.



Экология

Федеральный экологический оператор (ФЭО) завершил один из самых масштабных экопроектов последних лет — рекультивацию Челябинской городской свалки. Работы начались в 2019 году, и за 25 месяцев крупнейшая в Европе свалка бытовых отходов, занимавшая площадь свыше 74,5 га, превратилась в зеленый холм. Также ФЭО завершил ликвидацию всех двенадцати опасных скважин рассолопромысла, находящихся на территории бывшего предприятия «Усольехимпром» в Иркутской области. Скважины входили в число наиболее опасных объектов, работы по приведению их в безопасное состояние начались в 2020 году. Продолжаются работы по запуску системы обращения с отходами 1 и 2 классов, которая стартует 1 марта 2022 года.



Северный морской путь

С декабря 2020 года по июнь 2021-го ледоколы «Атомфлота» обеспечили 553 судозахода (для сравнения: 462 захода судов было выполнено в аналогичный период 2019–2020 годов). 15 февраля атомный ледокол «Вайгач» установил абсолютный рекорд среди действующих атомоходов, пройдя во льдах 1 млн морских миль. С момента ввода в эксплуатацию в 1990 году ледоколом проведено 2706 морских судов и кораблей ВМФ. В декабре ожидается ввод в эксплуатацию атомного ледокола «Сибирь». Кроме того, в планах Росатома — заказ еще шести ледоколов, среди которых ледоколы серии 22220 и ледоколы на сжиженном природном газе.

Рекордный в современной истории страны объем исследований акватории СМП выполнило в этом году Гидрографическое предприятие Росатома, превывсив прошлогодние показатели почти в два раза. В период летне-осенней навигации была проведена съемка 83,6 тыс. приведенных километров рельефа дна, что составляет эквивалент 41,5 тыс. линейных километров. Также Гидрографическим предприятием была выполнена новая расстановка плавучих предостерегающих знаков, часть которых оснащена АИС — автоматической идентификационной системой. Прежде «умные» буи с АИС на Северном морском пути не использовались.

В августе 80 школьников и студентов, ставших победителями различных конкурсов и олимпиад, совершили 11-дневное путешествие к Северному полюсу на атомном ледоколе «50 лет Победы». В октябре началась научная экспедиция по изучению экологической обстановки западной части СМП, инициатором которой стал Росатом. Она проходит на исследовательском судне «Алексей Марышев», предоставленном Гидрографическим предприятием.

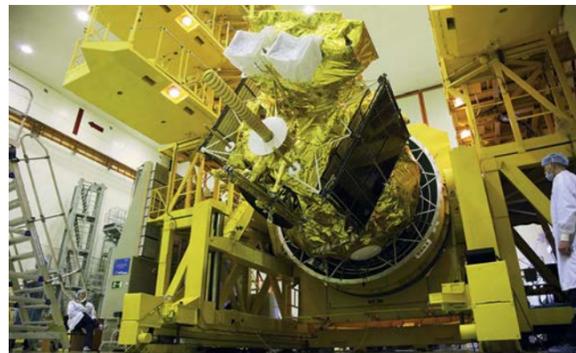
Росатом и «Востокгосплан» договорились развивать сотрудничество по цифровизации СМП и Арктики. Речь идет о создании информационно-аналитической системы «АрктикЛабс» и Единой платформы цифровых сервисов Севморпути.

1 млн морских миль

прошел к 15 февраля во льдах атомный ледокол «Вайгач», установив абсолютный рекорд среди действующих атомоходов

553 судозахода

обеспечили ледоколы «Атомфлота» за время зимне-весенней навигации (с декабря 2020 по июнь 2021 года)



Космос

28 февраля первый гидрометеорологический спутник серии «Арктика-М», бортовой комплекс управления которого был разработан МОКБ «Марс», был выведен на орбиту. Конструкторское бюро ведет разработку бортовых комплексов еще для трех аппаратов этой серии.

Ядерная медицина

В июне АО «Росатом Хэлскеа» и Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан подписали договор аренды земельного участка в Уфе для реализации проекта Центра радионуклидной терапии. В августе был заключен договор на проектно-исследовательские работы для строительства здания центра. Открытие учреждения планируется в 2023 году. Также в июне был заключен контракт с Институтом энергетических и ядерных исследований Бразилии IPEN на поставку лютеция-177 и актиния-225 — радионуклидов для производства новейших радиофармпрепаратов. Росатом — единственная компания в мире, которая обладает технологическими возможностями для производства всех типов лютеция-177.

Международная деятельность

Турция. 10 марта началось строительство энергоблока № 3 АЭС «Аккую» — первой атомной станции на территории Турции. На всех четырех блоках в настоящий момент ведутся строительные-монтажные работы.

Китай. 19 мая дан старт сооружению энергоблоков № 7 и 8 АЭС «Тяньвань», а также № 3 и 4 АЭС «Сюй-дапу». Участие в мероприятии в формате телемоста приняли Президент Российской Федерации Владимир Путин и Председатель Китайской Народной Республики Си Цзиньпин.

Индия. 29 июня в Индии состоялась церемония заливки первого бетона в фундамент реакторного здания энергоблока № 5 АЭС «Куданкулам».

СНГ. АО «ТВЭЛ» получило статус базовой организации стран СНГ по вопросам обращения с отработавшим ядерным топливом, радиоактивными отходами и вывода из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов.

Япония. В июне завершился двухлетний проект по прогнозированию свойств кориума АЭС «Фукусима-Дайичи». Исследования проводились АО «Техснабэкспорт» и специалистами ряда научных институтов по заказу японской стороны.

Египет. В июле стартовало производство оборудования для АЭС «Эль-Дабаа» — первой атомной станции Египта. Акт о запуске производства узлов устройств локализации расплава для энергоблоков № 1 и 2 станции был подписан сторонами в ходе визита в Россию египетской делегации во главе с министром электроэнергетики и возобновляемых источников энергии Египта Мохаммедом Шакером.

Боливия. 26 июля в Боливии был дан старт строительству комплекса исследовательского реактора, который станет ключевым элементом Центра ядерных исследований и технологий. Объекты первой и второй очереди — циклотронный комплекс и многоцелевой центр облучения — находятся в активной фазе строительства.

Германия. В сентябре ТВЭЛ и немецкая компания Hermith GmbH подписали документы о создании совместного предприятия по производству изделий из титана для аддитивного производства и гидравлических систем летательных аппаратов.

Центральная Америка. Росатом и Центральноамериканский парламент (ПАРЛАСЕН) подписали Меморандум о взаимопонимании, касающийся сотрудничества в области использования атомной энергии в мирных целях.

Наука

Российские ниобий-оловянные сверхпроводники для проекта Большого кольцевого коллайдера будущего (FCC) прошли успешные испытания в CERN. Их конструкция и технология изготовления были разработаны ВНИИИМ им. А. А. Бочвара, партию проводов выпустил Чепецкий механический завод.

1 сентября 2021 года в Сарове открыл свои двери новый филиал Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова «МГУ Саров», созданный на базе РФЯЦ-ВНИИЭФ. «МГУ Саров» создается как один из ключевых элементов Национального центра физики и математики (НЦФМ) с мощной экспериментальной и вычислительной базой, уникальными лабораториями и установками мегакласса. Его цель — получение новых научных результатов мирового уровня, подготовка ученых высшей квалификации, воспитание новых научных лидеров.

Продолжается строительство МБИР — многоцелевого реактора на быстрых нейтронах, который станет самым мощным из исследовательских реакторов в мире. 31 августа на площадке по сооружению начался монтаж оборудования шахты реактора. Началось сооружение Сибирского кольцевого источника

фотонов (СКИФ) — мегасейнс-установки, источника синхротронного излучения, который позволит изучать материю на атомарном уровне и получать фундаментальные знания в биологии, химии, медицине и в других областях.



В ФЭИ им. А. И. Лейпунского совершено научное открытие в области гидродинамики. Оно окажет влияние на проектирование коллекторных систем, являющихся одним из основных элементов проточных частей реакторных установок типа ВВЭР, БН и перспективных ЯЭУ, может также найти применение в химической промышленности, космической отрасли и др. Открытие зарегистрировано в реестре Российской академии наук. Никелевый сплав нового поколения был разработан АО «НИКИЭТ». Уникальные жаропрочные свойства позволяют использовать его в качестве конструкционного материала высокотемпературных ядерных

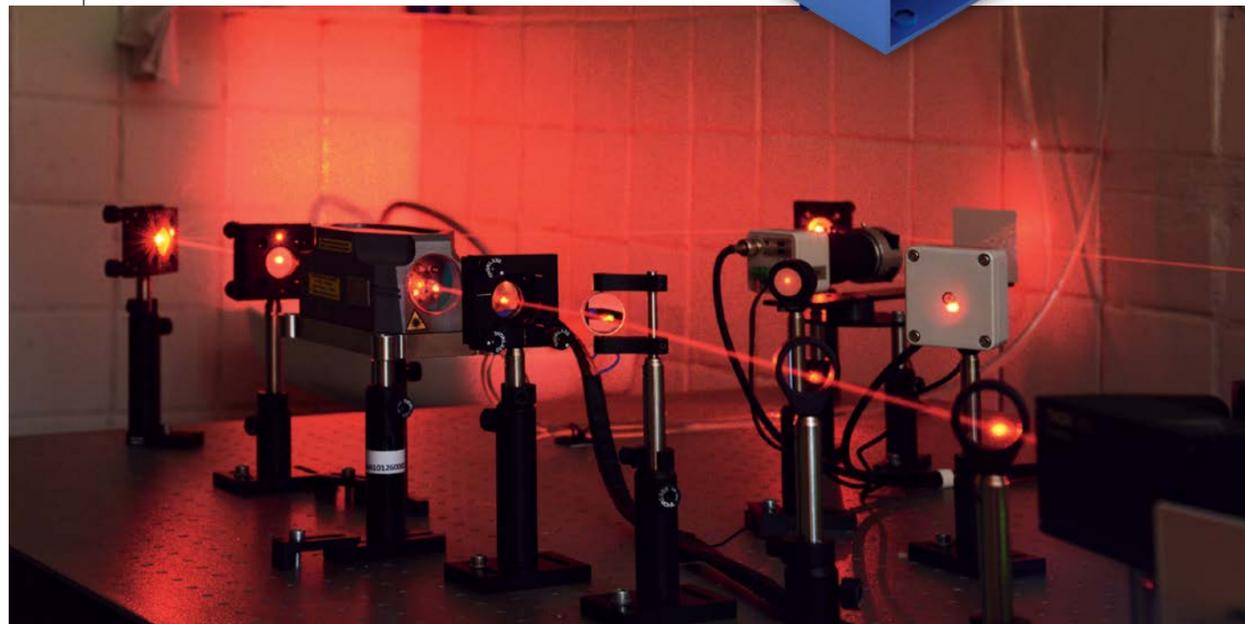
энергетических установок. Разработка стала частью второго этапа проекта по созданию жидкосолевого реактора. Успешный эксперимент был проведен АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»: там впервые удалось совершить внешнюю дозаправку литием эмиттерной системы токамака T-11M в условиях непрерывного рабочего цикла.

Росатом вместе с другими крупнейшими компаниями страны подписал Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта, который станет частью федерального проекта «Искусственный интеллект» и Стратегии развития информационного общества на 2017–2030 годы.

Новые бизнесы

Накопители энергии. В марте ООО «РЭНЕРА», отраслевой интегратор Росатома по накопителям энергии, стало совладельцем корейского производителя литийионных батарей Enertech International Inc. Доля российской стороны — 49%. В сентябре было подписано соглашение с правительством Калининградской области о реализации инвестпроекта по размещению в регионе производства литийионных накопителей энергии. «Российская гигафабрика» будет работать на площадке Балтийской АЭС.

Аддитивные технологии. Первые опытные образцы лазеров для 3D-принтеров, работающих по технологии селективного лазерного плавления, изготовлены во Всероссийском научно-исследовательском институте технической



физики им. Е. И. Забабахина. После испытаний они будут подготовлены к серийному производству.

Обработка продуктов. В октябре Региональный центр облучательных технологий «Эра», дочернее предприятие ПО «Маяк», выдал первую продукцию заказчикам: речь идет о пищевой продукции и медицинских изделиях, подвергнутых радиационной обработке для улучшения потребительских свойств.

Композитные материалы. 22 ноября в Республике Татарстан был введен в эксплуатацию завод по производству ПАН-прекурсора — сырья для производства

углеродного волокна. Композиты на основе современного углеволокна востребованы в авиастроении, судостроении, энергетике и других отраслях.

Металлургия. Создан бизнес-интегратор по направлению «Металлургия», который занимается развитием и продвижением продуктов предприятий топливного дивизиона Росатома: титановой продукции, кальциевой инъекционной проволоки и легирующих элементов, циркония, ниобия, тантала, вольфрама, ванадия, постоянных редкоземельных магнитов системы неодим-железо-бор для нужд ветроэнергетики, керамики и изделий на основе соединений циркония и др.

Устойчивое развитие

В начале года Росатом был признан лучшим работодателем России по итогам 2020 года по версии кадровой платформы HeadHunter, заняв 1 место в рейтинге компаний с численностью сотрудников более 5000 человек.

АО АККУЮ НУКЛЕАР, дочерняя структура Росатома, подписала соглашение о предоставлении устойчивых кредитов с «Совкомбанком», а в апреле — с банком «Открытие». Впервые устойчивое финансирование выделено на строительство объекта атомной энергетики. Речь идет о двух кредитах до \$200 млн и до \$100 млн и о кредитной линии с лимитом до \$500 млн — сроком на 7 лет.

Отчет Росатома о деятельности в области устойчивого развития впервые появился на сайте Международной сети глобального договора ООН, которая объединяет больше 13 тысяч компаний со всего мира. В ноябре Росатом принял участие в 26-й Конференции ООН по изменению климата, которая прошла в Глазго и стала самой ожидаемой климатической встречей последних лет.

13 тысяч компаний

со всего мира объединяет Международная сеть глобального договора ООН, на сайте которой в 2021 году впервые появился отчет Росатома о деятельности в области устойчивого развития

80%

средний показатель вакцинации персонала от COVID-19 в Росатоме (на некоторых предприятиях показатель превышает 90%)

Росатом ведет активную деятельность по вакцинации персонала от COVID-19. Средний показатель — 80%, на некоторых предприятиях он превышает 90%. Предприятия Росатома также продолжают оказывать медицинским учреждениям в городах присутствия финансовую и техническую поддержку в борьбе с пандемией коронавирусной инфекции.

«Умный город»

Сахалинская область. Губернатор Сахалинской области Валерий Лимаренко и генеральный директор «Русатом Инфраструктурные решения» (РИР) Ксения Сухотина подписали соглашение о сотрудничестве. Стороны намерены провести модернизацию системы общественного транспорта региона.

Волгодонск. Работы по запуску системы «Умный город», действующей в 18 городах присутствия Росатома и ряде других, стартовали в Волгодонске в июле. «Умный Волгодонск» — это 14 модулей, разработанных РИР, с блоками городского управления, умного транспорта и ЖКХ, инноваций для городской среды и др.

Вологда. РИР и Служба городского хозяйства Вологды запустили проект по созданию в городе интеллектуальной транспортной системы. С ее помощью можно будет отслеживать транспортные потоки и мониторить дорожную обстановку, перенастраивать светофоры, координировать работу общественного транспорта и решать ряд других задач.

Кызыл. В октябре система «Умный город» пришла в столицу Республики Тыва: РИР и Департамент городского хозяйства мэрии Кызыла запустили в эксплуатацию программный комплекс «Умный Кызыл». Комплекс включает в себя 15 модулей, предназначенных как для жителей, так и для муниципалитета.



Цифровая революция

Переход к компьютеризированным технологиям начался в 1950-х с появлением первых ЭВМ и стал лавинообразным с развитием интернета, но сейчас ситуация еще более динамична. Мы наблюдаем принципиальное изменение структуры экономики: центры создания добавленной стоимости переносятся в те области, где сосредоточены цифровые ресурсы и выстраиваются сквозные цифровые процессы. Цифровая трансформация вызывает качественные преобразования бизнес-процессов и значимые социально-экономические эффекты, связанные с этими преобразованиями. Сохранение конкурентоспособности на постоянно меняющихся рынках сегодня напрямую зависит от способности государств и компаний успевать за глобальными трендами цифровой трансформации. И речь теперь идет не только о технологиях, но и о стратегиях, ценностях и людях: это новые организационные практики, развитие новых компетенций персонала, новая культура работы в целом. О цифровых преобразованиях в Росатоме читайте в материалах главной темы номера

Текст: «Вестник атомпрома»
Фото: Росатом



К новым цифровым вершинам

Состоялась ежегодная отраслевая конференция Росатома по цифровизации

23–24 ноября состоялось главное «цифровое мероприятие» года в атомной промышленности — ежегодная конференция Росатома по цифровизации. Одной из основных тем обсуждения стала задача обеспечения нарастающего вклада цифровых технологий в успешное развитие бизнеса предприятий, дивизионов и госкорпорации в целом.

С приветственным словом к участникам конференции обратился генеральный директор Росатома Алексей Лихачев. Также глава госкорпорации принял участие в круглом столе «Партнерство Росатома, IT-компаний, науки и государства как метод достижения стратегических целей — 2030». К дискуссии

в онлайн-формате присоединился замглавы Минцифры Максим Паршин.

Екатерина Солнцева, директор по цифровизации госкорпорации «Росатом», выступила с докладом «Единая цифровая стратегия: три года на маршруте — горизонты 2030», а директор по информационным технологиям госкорпорации «Росатом» Евгений Абакумов — с докладом «Актуальные вопросы развития IT в Росатоме». Ключевыми темами сессий и дискуссий конференции стали технологическое лидерство, цифровая трансформация дивизионов и повышение финансовой эффективности цифровых проектов. Мероприятие проходило в смешанном офлайн- и онлайн-формате, к онлайн-аудитории во время трансляций основных сессий и дискуссий конференции одновременно присоединились более 450 слушателей.

На конференции были подведены итоги совместной работы объединенной команды цифровизации Росатома и состоялось награждение цифровых передовиков отрасли, заслуживших победу в 13 номинациях.

За рекордную производительность в дивизиональном масштабе

Денис Калашников, руководитель направления бизнес-приложений АО «ТВЭЛ» — за реализацию в топливном дивизионе 25 дивизиональных и 20 корпоративных цифровых проектов с фокусом на обеспечение технологической независимости отрасли.

За комплексный подход к цифровой независимости
Сергей Попов, начальник УИТиС ФГУП «ЭХП» — за разработку и внедрение импортонезависимых программных комплексов систем управления предприятием АИС «Каскад» и АИС «СЭД ЭХП».

За упорство и находчивость в покорении «Умного полигона»

Вячеслав Стебаков, главный специалист АСУ ТП АО «Хиагда» — за активное участие в проекте «Умный полигон СПВ» в части разработки программных модулей АСУ ТП и их интеграции со смежными промышленными системами.

За интеллектуальный подход к решению производственных задач

Алексей Купреев, старший руководитель направления департамента бюджетного управления и инвестиций АО «Техснабэкспорт» — за активное участие в изучении новых сквозных цифровых технологий (СЦТ).

За энергичное внедрение российского ПО и победу над стоп-факторами

Денис Тертычный, руководитель проекта АО «КОНСИСТ-ОС» — за активное внедрение российского ПО.

За пунктуальность расписания и надежность алгоритмов

Михаил Быстров, начальник отдела развития системы контроллинга АО «ОКБМ Африкантов» — за разработку математической модели и оптимизационных алгоритмов, создание и внедрение программного средства для расчета оптимизированных производственных расписаний, интегрированного в производственную систему предприятия.

За собственную разработку цифровых продуктов для повышения эффективности бизнес-процессов
Сергей Педора, начальник управления АСЭ — за организацию процесса разработки импортонезависимых цифровых продуктов линейки Multi-D, включая цифровую Платформу Multi-D.

За стратегический подход к цифровизации науки
Азамат Беданоков, заместитель генерального директора по международной и коммерческой деятельности АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ» — за внедрение цифрового маркетинга в коммерческую деятельность, организацию перехода к цифровизации ключевых

бизнес-процессов института и разработку концепции дивизионального Единого вычислительного центра на базе суперкомпьютера, в том числе для создания имитационной платформы и инструментария для моделирования процессов в области физики плазмы и термоядерного синтеза.

За вклад в здоровье человечества на международном уровне

Алексей Крылов, руководитель проекта, дирекция по оборудованию АО «РХК» — за создание совместного российско-словенского предприятия «Росатом. Цифровое здравоохранение».

За постоянный ток и энергию без перебоев

Сергей Букреев, технический директор АО «ИТЦ «ДЖЭТ» — за разработку программного обеспечения для моделирования процессов в системах электрооборудования в режиме реального времени.

За просторный Личный кабинет и создание комфортной цифровой среды

Галина Богатова, директор Центра цифровых HR-технологий АО «Гринатом» — за создание первого продуктового центра Росатома, большой вклад в развитие направления собственной разработки, высокую вовлеченность в цифровизацию HR-процессов отрасли и реализацию проектов «Личный кабинет», «Цифровой ассистент», «Сеть профессиональных сообществ» и «Цифровой подбор».

За системный подход и точный учет

Евгений Репин, главный специалист ФГУП «ГХК» — за разработку и внедрение системы автоматизированного учета хода производства МОКС-топлива.

За достоверность прогнозов и аналитический подход

Юрий Кацер, эксперт ЧУ «Цифрум» — за внедрение прототипа системы предиктивной аналитики работы производственного оборудования.



Текст: Ирина Дорохова
 Фото: Пресс-служба АО «ВНИИАЭС»

Заглянуть в будущее

Виртуально-цифровая АЭС помогает прогнозировать поведение ее реального прототипа

В Концерне «Росэнергоатом» считают, что наличие виртуально-цифровой атомной электростанции (ВЦАЭС) — важнейший фактор конкурентоспособности современной АЭС. Она нужна и проектантам, и эксплуатирующим организациям. ВЦАЭС — расчетная часть цифрового двойника (ЦД) АЭС.

Тонкости терминологии

Цифровой двойник — построенный в виртуальном пространстве объект с набором баз данных (БД), моделей, инструментов визуализации в 3D, программных продуктов, позволяющих моделировать работу и обслуживание объекта как в нормальных условиях эксплуатации, так и при отклонении от них, включая проектные и запроектные (в том числе тяжелые) аварии, а также моделирование вывода из эксплуатации. ЦД служит для оптимизации проектных, конструкторских, технологических решений, создания тренажеров, сопровождения эксплуатации и вывода из эксплуатации.

Следует различать информационную модель (ИМ) и ЦД. «Я согласен с мнением Евгения Олеговича Адамова, который считает, что ЦД — это все, что можно построить в виртуальном пространстве, все что визуализируется. Информационная модель — полный набор информации, как визуализируемой в ЦД, так и архивируемой в увязке с ЦД (переход по гиперссылке от элементов ЦД). Информационная модель и ЦД увязаны прочно и неразрывно. ИМ может существовать отдельно, но ЦД без информационной модели — сирота», — комментирует научный руководитель приоритетного направления научно-технологического развития госкорпорации «Росатом» по направлению «Атомные станции малой мощности» (АСММ) и научный руководитель АО «ВНИИАЭС» Сергей Соловьев.

Как рождалась виртуальная АЭС

Решение о необходимости создать виртуальную АЭС в госкорпорации приняли в 2009 году после совещания с занимавшим тогда должность президента РФ Дмитрием Медведевым. К концу 2009 года было разработано техническое задание, а в 2011-м началась активная проработка. Проект назвали «Разработка программно-технического комплекса (ПТК) „Виртуальная АЭС с ВВЭР“». В качестве прототипа был выбран строящийся шестой блок НВАЭС с реактором

поколения III+ ВВЭР-1200. Сам термин «виртуально-цифровая АЭС» появился в 2013 году.

ПТК ВЦАЭС создавали специалисты ВНИИАЭС в тесном сотрудничестве с коллегами из ИБРАЭ РАН, НИИ механики МГУ, МФТИ. Финансировал разработку «Росэнергоатом». В 2018 году была успешно завершена интеграция в программно-технический комплекс последнего модуля, описывающего разрушение активной зоны и взаимодействие расплава с ловушкой в случае тяжелой аварии.

В том же году работу ПТК ВЦАЭС продемонстрировали руководству Росатома, «Росэнергоатома» и Ростехнадзора. В 2019 году комплекс прошел верификацию и его сдали в опытную эксплуатацию. Всего было выполнено около 100 автономных и комплексных испытаний. В марте 2020 года ПТК «Виртуально-цифровая АЭС» был принят в промышленную эксплуатацию. ПТК ВЦАЭС моделирует работу более 300 систем АЭС и включает расчет более 3,5 млн переменных.

Руководство концерна поставило задачу аттестовать в Ростехнадзоре все расчетные коды, входящие в состав ПТК, к концу 2021 года. Благодаря аттестации ПТК позволит проводить независимую проверку обоснования безопасности, а в случае необходимости — готовить материалы для отчетов по обоснованию безопасности.

Для разработки: научно-исследовательская версия

Научно-исследовательская версия для разработчиков новых проектов станций служит для расчетов и моделирования процессов, происходящих на АЭС. На ПТК ВЦАЭС с помощью кодов нового поколения можно рассчитывать нейтронную физику в активной зоне реактора, теплогидравлику в оборудовании первого и второго контура и помещениях, выполняющих функцию защитной оболочки, распространение тепла в твэлах, наработку и выход продуктов деления в газовый зазор твэла, термомеханику топлива и оболочек твэлов, электромеханику в электрооборудовании энергоблока и пр.

Цифровой двойник помогает проектантам и конструкторам оптимизировать проектные, конструкторские и технологические решения и сэкономить время на поиск наилучшего варианта. «Если вы делаете новые объекты, по которым еще нет референтности, то можно использовать заложенную

На фото

Демонстрация ПТК «Виртуально-цифровая АЭС с ВВЭР»



в виртуально-цифровую АЭС предсказательную силу. Мы использовали самые современные методики. Для расчетов нейтронной физики использован метод Монте-Карло, для теплогидравлики — трехмерные CFD-коды, каналное, ячейковое приближение, по термомеханике — 3D-приближение на базе метода конечных элементов. Мы можем сложные процессы детально проанализировать на очень мелких масштабах и посмотреть, как будет идти процесс, какие проявятся отклонения. Если это вибрация внутрикорпусных устройств, то обращают внимания на вихри и их интенсивность, если поведение ТВС — на распределение температур, нет ли их превышений. Таким образом, мы уже на стадии проектирования можем отсеять нежизнеспособные варианты. Потом, в зависимости от результата, проект дорабатывают или переходят к следующему этапу», — объясняет Сергей Соловьев. По его словам, в самом начале проектирования ВВЭР-ТОИ расчеты с использованием ранней версии виртуальной АЭС выявили множество несоответствий заявленных параметров тем, которые были бы на реальной станции, и их устранили. Еще одна возможность цифрового двойника — контроль за процессом проектирования: в модели четко видно, какие системы уже выполнены, какова общая готовность проекта.

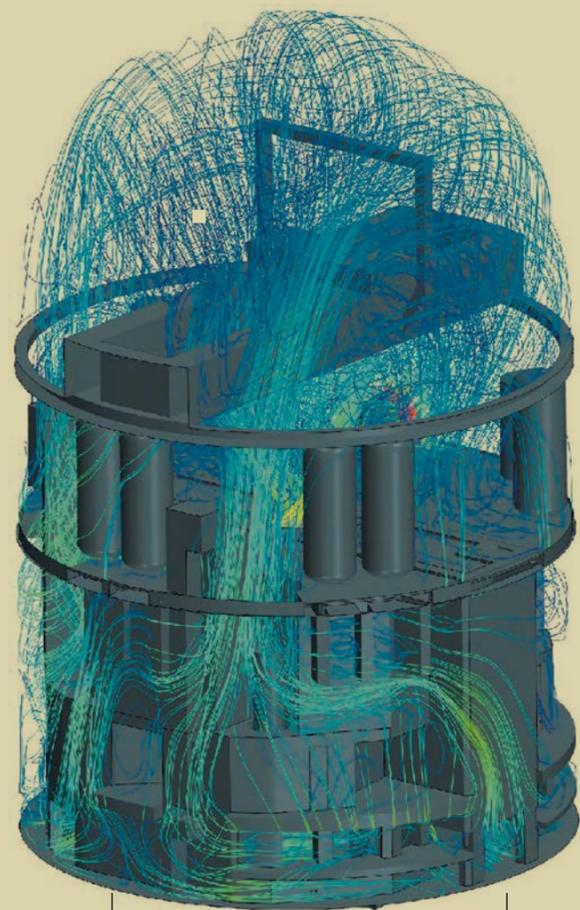
Для эксплуатации: проектная версия

Проектная версия — для эксплуатирующих организаций и проектирования конкретных блоков по проектам, имеющим высокую степень референтности. Пилотный ПТК ВЦАЭС создавался по факту (блок № 1 Нововоронежской АЭС-2 был сдан в эксплуатацию в 2016 году) и учитывал все существующие параметры. «Реальное оборудование может отличаться от запланированного, из-за особенностей тендерных процедур», — объясняет Сергей Соловьев.

Проектная версия моделирует различные процессы, которые идут на блоке. «Расчетные коды дают возможность построения моделей энергоблоков с реакторной установкой технологии ВВЭР для численного анализа их работы как в режимах нормальной эксплуатации, так и в случае аварий... «Виртуально-цифровая АЭС» совмещает возможности разноразмерных моделей энергоблока: полномасштабных моделей технологических систем и систем АСУ ТП, детализированных моделей основных элементов энергоблока и позволяет проводить комплексный анализ проектов АСУ ТП и энергоблоков в целом», — отмечается в книге «Цифровой двойник», выпущенной «Росэнергоатомом».

Эффект от внедрения ПТК ВЦАЭС

- 1 Повышение качества проекта. Сокращение несоответствий в проектах оборудования, технологических систем, электротехнических систем и системах контроля и управления на стадии проектирования.
- 2 Возможность верификации и валидации блочного пульта управления энергоблоком и систем контроля и управления на ранней стадии разработки проекта и внесение необходимых изменений до завершения проекта. Поддержка лицензирования АЭС в надзорных органах на стадии ввода энергоблока в эксплуатацию (выполнение поверочных расчетов).
- 3 Сокращение сроков ввода в эксплуатацию энергоблоков за счет внедрения эффективного расчетного инструментария (компьютерных программ и баз данных), позволяющего ускорить процесс наладки отдельных систем и комплексных испытаний.
- 4 Предоставление для эксплуатирующих организаций лицензий на ПО ПТК ВЦАЭС в качестве приложений к проекту АЭС для обучения персонала и поддержки эксплуатации на различных этапах жизненного цикла.



CFD-модель (внутренняя вентиляция)
30 АЭС-2006

Виртуально-цифровая АЭС обеспечивает инженерную поддержку кризисного центра «Росэнергоатома». Также ВЦАЭС используют для верификации автоматического управления энергоблока и планов противоаварийного реагирования и управления тяжелыми и запроектными авариями, для моделирования действий персонала и их последствий, анализа отказов и нарушений, а также результатов противоаварийных тренировок. Важнейшая функция ВЦАЭС — использование в противоаварийных учениях, поскольку натурные эксперименты тяжелой аварии на АЭС организовать невозможно.

«Во время комплексных противоаварийных учений на Нововоронежской АЭС включали виртуально-цифровую АЭС, чтобы предсказать последствия запроектной аварии и понять, что и когда случится с блоком и сколько времени есть на проведение противоаварийных мероприятий», — делится опытом директор по цифровизации Концерна «Росэнергоатом» Олег Шальнов, который лично участвовал в противоаварийных учениях. Он и его коллеги смотрели, как будет развиваться ситуация, если ничего не делать или предпринимать те или иные действия. «Виртуально-цифровая АЭС, извините за каламбур, реально работает во времени, которое течет быстрее реального: мы уже через несколько десятков минут видели, что может случиться через несколько часов. Мало того, возможность расчета одновременно нескольких сценариев организации работ позволяет выбрать оптимальный. Применение виртуально-цифровой АЭС признано успешным в решении такого рода задач», — подытоживает Олег Шальнов.

Справка

В составе ПТК ВЦАЭС две версии: проектная и научно-исследовательская. Научно-исследовательская, более сложная, ориентирована на цифровую поддержку проектирования АЭС с новыми, не имеющими референтности парогенераторами, ТВС и т.д. Кроме того, она включает «тяжелоаварийную» часть, для расчетов которой используются разработки ИБРАЭ РАН мирового уровня, которые представляют собой развитие кода «СОКРАТ» (это аттестованный код для комплексного численного моделирования тяжелых запроектных аварий реакторных установок водо-водяного типа). Проектная версия служит для быстрой верификации совместной работы различных систем АЭС, включая АСУ ТП, в том числе для верификации при проектировании и приемке.

Цитата



Сергей Соловьев

Научный руководитель ПНТТР госкорпорации «Росатом» по направлению «Атомные станции малой мощности» (АСММ) и научный руководитель АО «ВНИИАЭС»:

“

Фактически в цифровом двойнике сконцентрирована современная база знаний. Без такого инструмента станция неконкурентоспособна

”

Цифровой двойник планируют использовать во время пусконаладочных работ на новых блоках: часть экспериментов проводят на виртуальной АЭС, чтобы выверить режимы работы, проверить уставки (термин означает задаваемые значения контролируемого параметра, при котором происходит срабатывание сигнализирующего устройства, используется в нескольких ГОСТах), в том числе и скорректированные по результатам пусконаладочных испытаний. «Иными словами, если вы по результатам одиннадцатого испытания изменили уставки, то делать предыдущие десять испытаний с новыми уставками не надо, их можно провести на ВЦАЭС, оставив наладчикам только зачетные испытания. В итоге сроки пусконаладочных работ можно существенно сократить», — говорит Сергей Соловьев.

Еще одна возможность, которую дает виртуально-цифровая АЭС, — обосновать перед регулятором параметры безопасности в условиях нормальной эксплуатации и во время аварий. Например, просчитать поведение расплава на днище корпуса реактора и в устройстве локализации расплава, обосновать водородную взрывобезопасность и т.д.

Наконец, еще одна важная функция — презентационная. Экскурсии на цифровую АЭС наглядно показывают уровень используемых технологий. «Представьте: придет к вам потенциальный заказчик — какой-нибудь шейх, а вы ему будете показывать чертежи. Это значит, вы уже аутсайдер. А цифровая АЭС дает полную визуализацию, в ней можно, используя инструменты виртуальной реальности, «полетать» и посмотреть, как станция выглядит изнутри, что находится в реакторе, включая картину распределения скоростей и температур. Можно визуализировать параметры безопасности и показать, где какие концентрации водорода и пара будут при тяжелых авариях. Когда можно пощупать, запустить любой процесс и понять, как что работает,

доверие к атомной отрасли растет», — уверен Сергей Соловьев.

Максимально точно

При создании и корректировке цифровой модели программисты ВНИИАЭС используют принцип обеспечения равномерности. Суть такова: смотря, моделирование каких процессов и в каких системах на конкретном этапе разработки вносит наибольшую погрешность в суммарный расчет, и улучшают в первую очередь их. Так при доступной производительности компьютеров обеспечивается максимально возможная точность.

Соответствие модели реальности проверяется на экспериментальных стендах. Разработчики верификационного отчета смотрят, какие процессы и явления могут быть на выбранном типе станции, и подбирают установки таким образом, чтобы эксперименты на них были представительными. «Свободную конвекцию на десяти сантиметрах проверить нельзя, а на, допустим, десяти метрах уже можно», — приводит пример Сергей Соловьев. Необходимые стенды есть в Электрогорском научно-исследовательском центре по безопасности атомных станций (входит в «Росэнергоатом»). После проведенных испытаний смотрят на точность модели, экстраполируют результат на параметры станции в натуральную величину, проверяют, насколько ухудшилась точность, корректируют и в финале в паспорт программно-технического комплекса вносят информацию о том, какие процессы и с какой точностью он может моделировать.

Хорошей считается точность, при которой результат расчета с учетом его погрешности не выходит за границы приемлемости параметров. «Например, температура оболочек твэлов не должна превышать проектный предел 1200 °С. Если ваши расчеты (с погрешностью 20 %) показывают, что при любых проектных авариях их температура не превысит 900 °С, то большая точность не нужна, — объясняет Сергей Соловьев. — А если станция спроектирована так, что по расчетам температура оболочки может достигать 1100 °С, то погрешность 20 % уже недопустима, потому что показатель выходит за пределы приемлемости. Следовательно, надо строить модель так, чтобы погрешность была не больше 10 %. А если даже при максимальной точности все равно идет превышение, надо что-то в конструкции менять — и для этого в том числе модели тоже нужны».

Еще один фактор, побуждающий увеличить точность расчетов, — экономика. При более точных расчетах

>300

количество систем АЭС, работу которых моделирует ПТК ВЦАЭС

>3,5 млн

переменных включает расчет ПТК ВЦАЭС

~100

автономных и комплексных испытаний прошел ПТК ВЦАЭС на этапе опытной эксплуатации



Олег Шальнов

Директор по цифровизации Концерна «Росэнергоатом»:

“

Главным успехом я считаю создание внутри отрасли центра компетенции по предиктивной аналитике на базе ВНИИАЭС.

Мы будем развивать это направление и дальше. Уже ведем работу по внедрению предиктива на всех основных агрегатах седьмого блока Нововоронежской, пятого и шестого блока Ленинградской и четвертого блока Белоярской АЭС

”

можно снизить консерватизм заложенных параметров («прочнее на всякий случай») и тем самым обосновать менее затратное решение, не подвергая сомнениям безопасность. Например, уменьшить вес и размер оборудования или конструкций. В виртуально-цифровую АЭС входит технико-экономическая модель, которая рассчитывает экономику проекта. «Для каждого изделия можно задать стоимость,

надежность, сроки строительства, поэтому можно оценить различные конфигурации с точки зрения экономики», — говорит Сергей Соловьев.

Расчеты на будущее

ВНИИАЭС расширяет использование виртуально-цифровой АЭС. Специалисты института уже разработали модель «ленинградской» версии проекта АЭС-2006. «Когда технологии уже нарабатаны, это недолго, мы примерно за четыре месяца ее сделали», — отмечает Сергей Соловьев.

Наработки ВНИИАЭС начали использовать для создания цифровых двойников АСММ российского дизайна РИТМ-200Н и Шельф-М. «Мы показали нашу

систему ГСПИ, НИКИЭТ и ОКБМ, они увидели ее функционал и эффекты, и мы договорились о создании АСММ через цифровой двойник. Теперь реальные установки проектируют параллельно с виртуальными: разработчики что-то придумывают — мы тут же делаем расчеты, проверяем решения. Это новый способ — проектирование с поддержкой цифровой модели», — отмечает Сергей Соловьев.

В октябре 2021 года «Росэнергоатом» принял решение создать на базе ВНИИАЭС кластер ключевых компетенций. Институт должен в системе Концерна курировать создание таких новых проектов, как ВВЭР-ТОИ, ВВЭР-С, БН-1200М. И кураторство фактически будет выражено в создании цифровых

двойников. В частности, с помощью моделей ВНИИАЭС планирует просчитать водородную безопасность для БН-1200М.

Также в концерне работают над проектом по созданию моделей предиктивной аналитики отдельных агрегатов и блока в целом. В опытно-промышленной эксплуатации на НВАЭС уже работает более 40 предиктивных моделей для предсказания работы турбогенератора. Для этого программный комплекс анализирует более 1000 параметров в режиме реального времени не только с турбогенератора, но и с соседних агрегатов. Следующий шаг — создание цифровых моделей для ГЦН, трансформаторов и другого крупного оборудования. Такие модели нужны эксплуатации, чтобы как можно раньше выявить некорректную работу оборудования и предпринять действия, чтобы не допустить длительные простои.

«При верификации моделей на уже прошедших событиях мы поняли, что смогли бы увидеть развитие негативных событий намного — примерно на две-пять недель — раньше, чем его увидел персонал. Это работает так: по данным АСУ ТП оборудование работает все еще корректно, все показатели в пределах уставок. А цифровая модель уже формирует так называемый индекс здоровья оборудования по совокупности параметров работы, — поясняет Олег Шальнов. — И когда она по показаниям датчиков, например температуры и вибрации, причем не только на самом агрегате, но и на соседних с ним, уже видит тенденции, которые в будущем приведут к нарушению работы, то сигнализирует о проблеме». Система уже работает в опытно-промышленной эксплуатации. «Это пилотный проект, который доказал, что предиктивные модели на нашем оборудовании работают успешно», — отмечает Олег Шальнов.

Справка

Секция «Теплогидродинамика и мультифизические процессы» при экспертном совете Ростехнадзора по аттестации программ для электронных вычислительных машин, которую возглавляет Сергей Соловьев, занимается аттестацией расчетных мультифизических программных комплексов, таких как ПТК ВЦАЭС. Уже разработаны требования к аттестации программ с искусственным интеллектом, которые используются в цифровых двойниках.

>40

предиктивных моделей для предсказания работы турбогенератора уже работает в опытно-промышленной эксплуатации на НВАЭС

>1000

параметров в режиме реального времени анализирует программный комплекс для предиктивной аналитики работы турбогенератора НВАЭС

Текст: Константин Мольцев

Фото: Пресс-служба АО «Атомэнергомаш»

Как оцифровывалась сталь

Цифровизация производственных процессов в атомном машиностроении

Роман Токаренко, директор департамента информационных технологий АО «Атомэнергомаш», — о том, какие задачи в сфере цифровизации производства в энергомашиностроении предстоит решить и какие преимущества это даст клиентам, отрасли и дивизиону.

Информационный ландшафт

Вначале предлагаю разобраться с терминологией. Последовательность преобразований, связанная с ИКТ (информационно-коммуникационными технологиями), включает в себя уровень автоматизации, то есть дополнение традиционных бизнес-процессов возможностями ИКТ, их цифровизацию (локальные изменения процессов благодаря инновационным технологиям и инструментам, появляющимся в последнее время) и возможную цифровую трансформацию бизнеса и процессов — качественное изменение цепочек создания стоимости, создание принципиально новых продуктов, формирование новых рынков либо ниш в существующих.

Локальные процессы автоматизации на предприятиях машиностроительного комплекса атомной отрасли развивались параллельно с появлением очередных вычислительных технологий и информационных систем в стране, то есть уже несколько десятков лет. Это позволило ускорить и сделать более прозрачными многие процессы, но часто приводило к усложнению информационного ландшафта предприятий, и на текущий момент стоит задача необходимости выстраивания новых интеграционных цепочек между предприятиями дивизиона и отрасли — для обеспечения конкурентоспособности и предоставления новых ценностей нашим клиентам. Однако основа для цифровизации и, при целесообразности, для цифровой трансформации в отрасли уже сформирована.

Автоматизация, а в последнее время и цифровизация к настоящему времени затронули значительную часть основных процессов в цепочке создания стоимости в дивизионе: конструкторскую и технологическую подготовку, закупки, производство, систему управления качеством, процессы передачи продукции заказчику, поддержку на этапе эксплуатации. Кроме того, охвачены вспомогательные и поддерживающие процессы и функции.

Ключевое значение для нашего дивизиона, на мой взгляд, имеет цифровизация производственных процессов и дополнение цифровым «контентом»



нашей продукции, передаваемой заказчикам. На этих направлениях мы и сосредоточились, разрабатывая в 2019 году программу цифровизации машиностроительного дивизиона и встраивая ее в единую цифровую стратегию Росатома.

Отличительная особенность задач, которые мы сейчас реализуем, — более глубокая степень интеграции процессов и данных, появление общего информационного пространства для обмена данными между подразделениями, предприятиями, дивизионами. Происходит виртуализация (создание электронных двойников) нашей продукции и процессов ее производства, мы приближаемся к уровню непрерывного управления данными об изделиях на протяжении их жизненного цикла.

Успех запланирован

Актуальная задача, которая реализуется в дивизионе с применением ИКТ, касается производственного планирования. Один из первых проектов по производственному планированию с использованием платформы 1С ERP был выполнен в АО «ЦКБМ», в разной стадии готовности — аналогичные решения для АО «ЗиО Подольск», АО «Атомтрубопроводмонтаж», филиала АО «АЭМ-технологии» в Петрозаводске.

В силу исторических причин мы изначально выбрали российское платформенное решение, поэтому задача по достижению технологической независимости в планировании для нас уже в основном решена. Лишь на одной из площадок АО «АЭМ-технологии» проект производственного планирования был реализован на SAP ERP, и в настоящее время на замену готовится технологически независимое решение на платформе 1С.

Следует отметить, что для нас важен не только переход на технологически независимую платформу. Полученная унификация необходима для нового качества: получения системы планирования в масштабе дивизиона. Объединив всю совокупность задач наших производств, учитывая перспективы загрузки на годы, мы стремимся выйти на охват планирования работы всего дивизиона. При этом создаваемая метасистема напрямую интегрируется с системами планирования предприятий. Мы собираемся обеспечить долгосрочное планирование на весь объем отраслевого заказа, а также на среднесрочный (до года) и краткосрочный (до месяца) горизонты. В системах предприятий детализация планирования будет максимально глубокой, до смены (выдача, контроль выполнения посменных заданий и т.д.).

К ключевой задаче планирования, которая определяет «такт» работы производства, мы подстраиваем цифровизацию поддерживающих процессов. Так, закупочные службы, получая задания из производственного плана, должны обеспечить бесперебойное снабжение; конструкторы и технологи — выдавать вовремя затребованную проектную и рабочую документацию. Этот же принцип охватывает и другие процессы. Например, набор инженеров и рабочих планируется на годы вперед, и в этих планах HR-служба также опирается на единую для всего дивизиона основу. Имея достоверный прогноз загрузки, они могут заблаговременно подготовиться в том числе к экстенсивному

развитию — проводить обучение новых работников, а также принять меры для повышения квалификации и производительности труда.

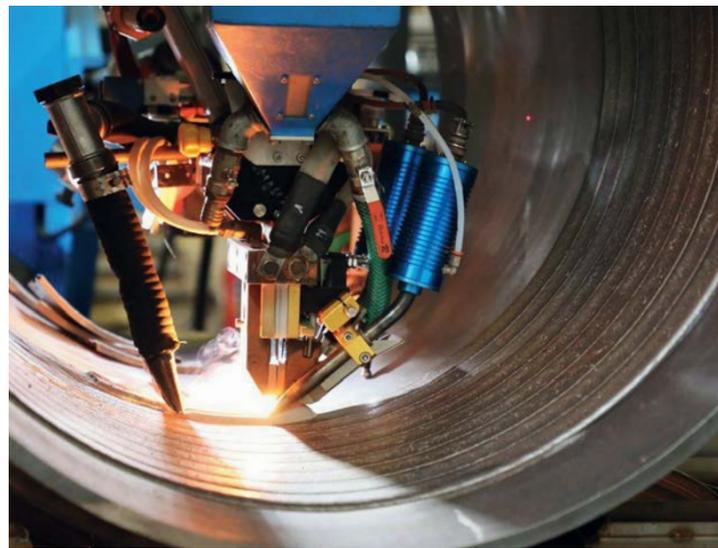
Двойник удваивает ценность

Перспектива цифровизации в конструкторско-технологическом направлении — развитие цифровых двойников продукции. Под цифровым двойником мы понимаем программную и информационную модель изделия, которая будет создаваться еще на этапе конструирования, до появления изделий в реальности. Цифровой двойник для нас актуален не столько как визуальный трехмерный образ, но как детальная база данных об изделии и набор алгоритмов (программ), позволяющих проводить моделирование свойств и режимов работы еще на этапе разработки. Опираясь на базу данных о свойствах материалов, конструкторы получают возможность расчетов для различных эксплуатационных и аварийных режимов.

Отметим, что моделирование не отменит, но дополнит систему натурных испытаний. Стендовая база на предприятиях дивизиона хорошо развита, и с учетом специфики отрасли и приоритета безопасности мы не откажемся от натурных испытаний. Но часть дорогостоящих, занимающих время тестов мы сможем заменить виртуальными расчетами. Например, даже не изготавливая опытный образец, мы с помощью программного обеспечения и цифрового двойника с актуальными параметрами сможем моделировать работу изделия. Это сократит сроки разработки изделий в целом, снизит вероятность ошибок. Основные проекты в области цифрового двойника и виртуализации испытаний нашей продукции реализуются в АО «ОКБМ Африкантов», АО «ОКБ ГИДРОПРЕСС» и АО «ЦКБМ». Мы ожидаем значительного эффекта от интеграции их идей и разработок с моделями материалов и технологий обработки, которые также разрабатываются в НПО «ЦНИИТМАШ».

Возможность виртуализировать испытания позволит нам лучше адаптироваться к требованиям внешнего рынка. Изделия для нужд атомной энергетики имеют запас, превышающий достаточные эксплуатационные требования в несколько раз; с высокой степенью документирования, проверок и т.д. строится весь процесс производства. Для неатомных рынков часто не требуется такой запас прочности, и если мы сохраняем наш подход к конструированию и изготовлению в привычном для нас «атомном» объеме, то можем проигрывать в цене, особенно на мировом рынке.

Следует отметить, что в атомной отрасли в настоящее время проводится разработка стандартов по созданию и наполнению цифрового двойника и информации, которую предприятия будут передавать друг другу и заказчику, формируя и поддерживая модель цифрового двойника. Этот вопрос необходимо решить для дальнейшей работы с двойниками, актуализации ключевых параметров на этапе эксплуатации (режимы, отклонения, дефекты, история ремонтов и т.д.) Эти данные должны не только накапливаться в эксплуатирующей организации, но и возвращаться к изготовителям



«Изменение загрузки основного оборудования даже на 1 % при нашем объеме работ может дать экономический эффект в сотни миллионов рублей»

и конструкторам для улучшения будущих изделий. Сегодня в основном обратную связь мы получаем лишь как рекламации, в случае инцидентов. Чтобы предотвратить проблемы, нам полезна информация о том, как нарастают признаки нештатной работы устройства, какие признаки предшествовали отказу.

Подобный пилотный проект по накоплению информации о работе оборудования и предиктивному анализу мы реализуем, например, для главного циркуляционного насосного агрегата (ГЦНА). Мы планируем передачу эксплуатирующей организации цифровых двойников вместе с готовым изделием для получения обратной связи в ходе эксплуатации (будем отслеживать порядка 400 параметров с одного изделия). Развивая такой подход, мы в перспективе можем выйти на новый вид услуги — предиктивную аналитику и поддержку оборудования на протяжении всего жизненного цикла, повышение КИУМ за счет увеличения межремонтных интервалов, проведении ТОиР на основании фактического состояния с учетом наработки и реального состояния оборудования. Если этот подход оправдает себя, в перспективе возможно развитие нашего сервиса до полного обслуживания, вплоть до того что эксплуатирующая организация начнет приобретать у нас не собственно ГЦНА, а «услугу циркуляции». Сегодня это звучит необычно, но именно таково, к примеру, развитие сервиса двигателей в авиации. Аналогичный подход будем тестировать и в отношении статического оборудования — корпусов реакторов, парогенераторов, САОЗ и других изделий. По всем этим изделиям существует задача увеличения срока эксплуатации, и мы оцениваем возможность добиться этого в том числе через технологию цифровых двойников.

Важную роль в подготовке полноценного цифрового двойника играет интеграция передаваемых элементов цифровой модели между предприятиями, в том числе из разных дивизионов. Первый проект такой интеграции мы выполнили совместно с предприятиями топливного дивизиона Росатома, где конструкторская документация разрабатывается также на платформе «Интермех»: наши площадки уже обмениваются элементами цифрового двойника. Подобные проекты планируем реализовать с электроэнергетическим и инжиниринговым дивизионами.

Улучшаем, ускоряем, контролируем

Цифровые технологии позволят улучшить процессы организации производства. В первую очередь для нас актуален отказ от традиционных, бумажных носителей

информации. Каждое изделие сопровождается большим комплектом документов: это конструкторская документация, паспорта качества, сменно-суточные задания и многое другое. В настоящее время мы находимся на промежуточном этапе, автоматизируем традиционные учетные процедуры с помощью штрих- или QR-кодов: используя сканер, можем оперативно зарегистрировать заготовку, зафиксировать переход на следующий этап. Развитие этого направления — переход к информационной поддержке всего производства, без дублирования в документах, когда прохождение заготовки (детали, изделия) по этапам начнет сопровождаться обновлением информации в единой базе данных, с процедурами контроля, аналитики и т.д. Этот подход мы уже оценили на практике в различных вариантах: нанесение специализированных кодов на изделие, RFID-метки, регистрация на терминалах и в приложениях мобильных устройств.

Наиболее активны в цифровизации таких процессов ОКБМ им. Африкантова и «АЭМ-технологии». На этих площадках также проходит тестирование инфостендов, больших мониторов в цехах, на которых рабочие могут изучить трехмерную модель изделия, зафиксировать этапы и параметры производственного процесса. На площадке АО «АЭМ-технологии» мы протестировали мобильное приложение, интегрированное с информационными системами предприятия, для изучения сменно-суточного задания, подачи заявок (подвести инструмент, убрать мусор и т.д.) Готовим проект по оснащению части наших ключевых станков мониторами, с тем чтобы информация о модели, документах, фиксации событий были доступны непосредственно на рабочем месте.

Среди перспективных проектов цифровизации — система мониторинга производственного оборудования, СМПО. В 2021 году около 400 единиц ключевого оборудования на шести наших площадках были подключены к информационной системе, которая через ЧПУ станков или дополнительные датчики контролирует работу станков. Это позволяет накапливать актуальную статистику: определить простои, анализировать причины (поломка, отсутствие заготовки, инструмента, персонала и т.д.) Часть причин простоя фиксируется автоматически (неисправности), часть указывает работник на терминале. Так у нас появляется фактическая основа для аналитики, выявления проблем и лучших практик. Также мы получаем массивы данных для потенциального снижения рисков по срыву сроков и для влияния на качество готовой продукции. По некоторым

параметрам можем оценивать состояние оборудования и предотвращать отказы (например, снимая показания датчиков вибрации). Изменение загрузки основного оборудования даже на 1% при нашем объеме может дать эффект в сотни миллионов рублей.

Есть и другие проекты, позволяющие снизить производственные расходы. Например, управление потреблением энергоносителей (газ, тепло): установленные датчики сигнализируют о фактической потребности в ресурсе, информация накапливается, и режим расхода оптимизируется. Возможна оптимизация энергопотребления под тариф, например выстраивание режимов работы мощного оборудования.

Однако заметим, что одно из ограничений во внедрении современных информационных технологий, особенно для беспроводных носимых устройств, — требования к информационной безопасности на режимных объектах. Прямая интеграция с нашими информационными системами посредством беспроводной связи может быть реализована не везде. Мы ожидаем, что будет выработано отраслевое решение, позволяющее реализовать возможности мобильной связи.

В помощь, но не на замену

В какой мере наше производство станет «безлюдным» с развитием цифровой трансформации? Мы не берем офисные процессы, которые могут быть роботизированы с применением технологий RPA. В массовом представлении о роботизированном производстве сегодня — вид безлюдного сборочного конвейера, где корпус автомобиля «набивают» оборудованием механические манипуляторы. Понятно, что отличия крупносерийного автомобильного производства и энергетического атомного машиностроения огромны и картины полной автоматизации мы, по всей вероятности, не увидим никогда. Но у нас есть ряд процессов, которые можно роботизировать. Сравнительно простой пример — тестирование на площадке «Петрозаводскмаша» так называемых коботов, «коллаборейшн роботов», которые дополняют человека и позволяют снять часть несложных операций. На участке мехобработки мы роботизировали погрузку и разгрузку заготовки, избавив квалифицированного оператора от тяжелой физической работы, ранее неотъемлемой части его труда. Однако много операций по сборке сложных изделий сегодня далеки от автоматизации. Так, на сборке коллекторов для теплоэнергетики сейчас много ручного труда, в котором задействованы десятки рабочих. Роботизация таких процессов должна быть связана с изменением технологических процессов, например с внедрением автоматической сварки, за которой не потребуются дорабатывать вручную.

Есть другие примеры: парогенератор содержит огромное количество труб; в настоящее время они визуальным образом контролируются на предмет отсутствия дефектов. Мы предполагаем, что большой выигрыш в скорости проведения процедуры контроля даст использование машинного зрения, и готовим такой проект с коллегами в Волгодонске. Если проект оправдает себя, мы

Реальность дополнена виртуальностью

Актуальный опыт, полученный в условиях пандемии COVID-19, — дистанционная приемка. В это период мы закупили на ряд предприятий оборудование дополненной реальности и с его помощью, во-первых, осуществляли взаимную приемку между нашими площадками (проходили оценку на так называемых точках останова, когда представители заказчика убеждаются, что операция проведена корректно). С помощью дистанционной приемки мы создали эффект присутствия без приезда на предприятие. Находясь перед экраном компьютера, заказчик может осмотреть изделие глазами «аватара», по связи задать вопросы, изучить результат в подробностях. Можно использовать возможности дополненной реальности, накладывая в визуальный канал чертежи, документы, иной полезный контент. Транслируем такую модель и на общение с конечным заказчиком. Такой опыт взаимодействия сложился с китайскими, индийскими коллегами; налажена и дистанционная приемка в контуре Росатома. Развитие этого направления — на контроле руководителя дивизиона. Будут упрощены процедуры взаимодействия с представителями монтажных, ремонтных, эксплуатирующих организаций: они получают доступ к сервису (инвентаризация, консультации, удаленная диагностика и т.д.), не дожидаясь приезда наших представителей.

сможем автоматизировать операции, которые занимают в пересчете на изделие сотни человеко-часов. Также большие перспективы имеет замена машинным зрением процедур оценки рентгеновских снимков, ультразвуковых изображений и иных технологий неразрушающего контроля для изделий: этот проект, значимый в масштабе отрасли и с хорошим рыночным потенциалом, мы прорабатываем с ЧУ «Цифрум». Другое направление по достижению малолюдности на производстве — это обеспечение дистанционного контроля за работой станков с ЧПУ. В частности, интересен опыт АО «ЦКБМ»: оператор может обслуживать одновременно два и более (до пяти) станков; загрузив заготовку и запустив процесс обработки, он может дистанционно наблюдать за параметрами (в ключевых точках технологического процесса) на нескольких станках.

Добавим, что использование машинного зрения и искусственного интеллекта позволяет улучшить

контроль соблюдения правил техники безопасности. Так, с помощью видеонаблюдения можно автоматически контролировать использование работниками средств индивидуальной защиты: каски или каскетки, защитных очков, перчаток и т.д. В настоящее время идет проработка функции, позволяющей персонально идентифицировать работника, допустившего нарушение, с уведомлением через смс. Другая система — отслеживание передвижения работников внутри цехов с помощью датчиков на касках, в том числе контроль захода в опасные или закрытые зоны. Пилотный проект реализован на площадках АО «АЭМ-технологии», планируется тираж решений на другие предприятия. Это позволит реализовывать сценарии вплоть до ограничений работы оборудования: если в опасной зоне обнаружен человек без допуска, оборудование может быть остановлено, установка обесточена и т.д. Подобные решения позволят, в частности, улучшить технику безопасности при проведении крановых работ, работу со стендовым оборудованием.

Импорт замещаем, а время не теряем

Для импортозамещения в нашем распоряжении есть российские решения, которые в целом удовлетворяют наши потребности. Так, платформа 1С позволяет разрабатывать практически весь спектр приложений для учета и планирования. Имеются и отечественные платформы для нужд конструирования и расчетов, но цифровизация и особенно импортозамещение в этом виде деятельности сложнее.

«Сегодня для замены зарубежных решений для проектно-конструкторской деятельности рассматриваются и внедряются отечественные системы. Наша задача — достижение к 2024 году технологической независимости от зарубежных средств проектирования, конструирования, расчетов»

Лишь часть наших предприятий изначально опиралась на импортонезависимое решение наших белорусских партнеров Intermach Professional Solutions. Но значительная группа наших предприятий работает в зарубежных системах Autodesk, Siemens, PTC Inc. Мы тестируем некоторые из отечественных решений для замены импортных пакетов, и одна из сложностей — отставание российских разработок в поддержке 3D-проектирования. Есть и ограничения по поддержке

крупных, масштабных моделей. Обычное для нас изделие, содержащее несколько сотен тысяч компонентов, обрабатывается в системах зарубежной разработки заметно быстрее. Тем не менее, ОКБМ им. Африкантова уже разрабатывает проект оптимизированного плавучего энергоблока в российской системе 3D-проектирования, поэтому сложности преодолены.

Еще одно преимущество зарубежных систем конструирования — возможность конвертировать элементы, разработанные в 3D-модели, в инструкции для станков с ЧПУ. Фактически создана экосистема, позволяющая «бесшовно» и в сжатый срок проводить изделие от идеи до станка. Российских решений, способных на подобную интеграцию, нет; мы имеем дело с отдельными приложениями, данные нужно дорабатывать: в этом смысле мы располагаем лишь решениями, аналогичными мировому уровню 10–20-летней давности. Следует отметить, что свою экосистему наши зарубежные партнеры выстраивали через поглощение компаний, создававших те или иные элементы необходимого цикла, и эти элементы были интегрированы в единую разработку. По всей видимости, на российском рынке в среде IT-компаний должна произойти аналогичная работа, которая займет определенное время. При этом наша задача удержания технологического лидерства не отменяется — будем надеяться, что процессы создания отечественных средств конструирования пройдут быстрее, чем это происходило за рубежом. Также актуальная зона для развития — создание российских станков с ЧПУ; на рынке пока доминирует зарубежная техника.

Для прочностных расчетов наши конструкторы используют американский комплекс Ansys, но планируется его полное замещение на программный комплекс «ЛОГОС» разработки РФЯЦ-ВНИИЭФ. Для расчетов по теплообмену, прочностным расчетам и иным аспектам мы взаимодействуем с коллективом РФЯЦ-ВНИИЭФ, который корректирует и дорабатывает «ЛОГОС». Мы ожидаем, что на этой основе будет создана экосистема программ для выполнения расчетов, обмена данными, их выгрузки в наши конструкторско-технологические системы и в цифрового двойника.

Задачи по импортозамещению подталкивают нас к разработке собственных инструментов, и возможная перспектива этой работы — коммерциализация в формате цифровых продуктов. Так, разработка ОКБМ им. Африкантова КРИС и КРИС-монитор — цифровые продукты для оценки рисков, с моделированием вероятности отклонений в работе. Этот продукт используется на российских АЭС, мы планируем адаптировать и продвигать эту задачу для инозаказчиков и инфраструктурных объектов. Другой цифровой продукт — IVM-Электро, пакет, позволяющий моделировать работу электродвигателя. Есть планы по цифровой упаковке нашей системы мониторинга производственного оборудования (СМПО); на первом этапе она может быть предложена в отрасли, затем — и на внешних рынках. Хорошие перспективы мы видим и у проекта по «цифровому паспорту» ГЦНА, вместе с сервисной услугой.

Текст: Ирина Дорохова
Фото: Shutterstock

Двойники по стандарту

Новый ГОСТ повысит скорость вывода изделий на рынок

В России разработан и принят госстандарт «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения». Писали стандарт специалисты РФЯЦ-ВНИИЭФ и ученые из Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Авторы особенно гордятся тем, что он не был скопирован с зарубежного образца, а создан самостоятельно и с нуля.

Россия впереди

«Стандарт не является переводом, это очень важно. Здесь уникальность случая, когда Россия, скажем так, забежала несколько вперед. Соответственно, зарубежные компании или сертифицирующие органы могут брать его за основу и переводить. Интересно, посмотрим, что получится», — прокомментировал проректор по цифровой трансформации Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого Алексей Боровиков, выступая на конференции «Современная подготовка инженеров».

Стандарт заработает с 1 января 2022 года. Как отмечается в документе, новый ГОСТ позволит обеспечить конкурентоспособность изделий и повысить скорость их вывода на рынок. «Достижение этих целей возможно за счет сокращения количества циклов разработки, производства и испытаний опытных образцов изделия, а также сокращения количества изменений, вносимых в конструкцию при производстве и испытаниях опытных образцов изделий», — говорится в стандарте.

Стандарт распространяется на стадии разработки, производства и эксплуатации изделия. По словам Алексея Боровикова, в 12 российских стандартах, которые определяют жизненный цикл изделия, стадий может быть больше: в одни включен маркетинг, в другие — создание научно-технического задела. Некоторые выделяют сертификацию, капитальные ремонты. «Мы выбрали три стадии, которые есть во всех этих двенадцати стандартах», — подытожил спикер.

В ГОСТ вошли 27 терминов. 16 из них были заимствованы из уже принятых стандартов, 11 — представлены впервые. Среди новых — цифровая модель изделия. Она определяется как «система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для

которой на основании результатов цифровых или иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемых к изделию требованиям». «Определение, как матрешка, гармонично включает в себя присутствующие в стандартах определения математической модели и компьютерной модели. Там же цифровая модель изделия, система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделий. Это могут быть Excel-таблицы, или любые файлы, которые описывают с той или иной стороны изделие, или какие-то связанные документы, описывающие структуру, функциональность и поведение», — пояснил Алексей Боровиков.

Модель и реальность

Символом адекватности цифрового двойника реальному объекту или запланированному результату Алексей Боровиков считает кубик Рубика. Низкий уровень — значит кубик не собрали, а каждая сторона, которая символически соотносится с каким-то параметром, например прочностью, вибрацией, экономичностью, экологичностью, не совместилась в модели с другими. Более высокий уровень адекватности — попытка сбалансировать все параметры, которая, тем не менее, из-за нехватки времени или иных ресурсов не была доведена до логического завершения. Наконец, третий уровень — полностью собранный кубик.

В ГОСТе вместо образа кубика — строгая формулировка: «Для разработки ЦД изделия создается многоуровневая система требований, которая позволяет проверять соответствие значений показателей, необходимых для



Для разработки ЦД требуется высокий уровень инженерного знания и учет большого количества ограничений (время, деньги, нормативно-правовая база, производственные возможности и другие)

удовлетворения требований к изделию, установленным диапазоном значений, а также анализировать их взаимное влияние. Достижение целевых показателей и (или) удовлетворение ресурсным ограничениям многоуровневой системы требований обеспечивается за счет проведения цифровых (виртуальных) испытаний изделия, его составных частей и материалов».

Для разработки цифрового двойника требуется высокий уровень инженерного знания и учета большого количества ограничений (время, деньги, нормативно-правовая база, экологические

требования, производственные возможности и пр.). «Когда мы говорим о сложности технических, киберфизических систем уровня двигателя, самолета, атомной станции и т. д., мы имеем дело с кубиками Рубика, у которых 35 тыс. требований, целевых показателей, ограничений. На самом деле их может быть и сотни, и больше, и их нужно сбалансировать», — отметил Алексей Боровиков.

Он особо обратил внимание, что на одном и том же программном комплексе инженеры разного уровня квалификации могут создавать как откровенно слабые и нежизнеспособные модели, так и результаты, достаточно адекватные сложным физико-механическим и химическим процессам, поэтому важно сертифицировать не только ПО, но и самих инженеров.

Создание ГОСТов для цифровых двойников продолжается. На очереди — стандарт для цифровых двойников процессов.

Зачем нужен ГОСТ для цифровых двойников

(выдержка из ГОСТ Р 57700.37–2021)

Внедрение технологии цифровых двойников на стадии разработки изделия позволит улучшить качество проектирования изделия, обеспечить выполнение технических и тактико-технических требований, сократить количество и повысить результативность проводимых испытаний опытного образца и разработку конструкторской документации изделия на технологичность.

Внедрение технологии цифровых двойников на стадии производства серийных изделий позволит откорректировать и (или) разработать технологическую документацию изделия в зависимости от конкретных производственных условий.

Внедрение технологии цифровых двойников на стадии эксплуатации изделия позволит:

- при применении (использовании) изделия по назначению — автоматизировать и выполнять обоснованное планирование применения изделия в зависимости от его функциональных свойств и технического состояния;

- при выполнении мероприятий технической эксплуатации — принимать обоснованные решения о техническом обслуживании и ремонте изделия.

Словарь

Цифровой (виртуальный) испытательный полигон: система, в общем случае состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, предназначенная для проведения полигонных испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) объекта испытаний.

Цифровой (виртуальный) испытательный стенд: система, в общем случае состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, предназначенная для проведения стендовых испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) объекта испытаний.

Текст: Николай Давыдов
 Фото: Пресс-служба ОЦКС Росатома

Прозрачная стройка

ОЦКС внедряет IT-систему управления строительством



TCM NC (Total Cost Management Nuclear Construction) — система комплексного управления стоимостью и сроками сооружения объектов. О месте и роли TCM NC в ландшафте информационного и методического обеспечения госкорпорации, опыте внедрения и ближайших задачах по развитию рассказал первый заместитель директора ОЦКС по стоимостному инжинирингу Владимир Кухто.

— В отрасли эволюционируют несколько методов и IT-систем для управления стройкой. TCM NC — это продукт дополняющий, объединяющий или вытесняющий?

— TCM NC не претендует на охват всех аспектов стройки, таких как выпуск проектной документации, выдача заданий и других, но решает важнейшую задачу инвестиционного проекта: позволяет прогнозировать стоимость и сроки с учетом выполненных работ. В TCM NC три взаимосвязанных компонента: во-первых, методология (описание бизнес-процессов), во-вторых, люди (роли, компетенции) и в-третьих — непосредственно информационная

система (программное обеспечение и базы данных для обработки информации и формирования отчетов для принятия управленческих решений).

В соответствии с методологией формируются планы по стоимости и срокам и осуществляется контроль их выполнения. В информационной системе (ИС) TCM NC реализованы две основные подсистемы: подсистема оценки стоимости (CostOs) и подсистема планирования и контроля стоимости (EcoSys). CostOs выполняет функции оценки стоимости сооружения на различных этапах жизненного цикла проектов сооружения. В зависимости от степени готовности исходных данных точность оценки может отличаться, но тем не менее мы в любой момент готовы ответить, сколько стоит объект. На основе выполненной оценки стоимости по регламентированной структуре формируется бюджет проекта. Далее эти данные передаются в подсистему планирования и контроля стоимости, где стоимость распределяется по временным интервалам в соответствии с графиком реализации проекта и осуществляется формирование



плановых пакетов и договоров в соответствии с контрактной стратегией. На основе этого формируются бюджет проекта и бюджетные лимиты, относительно которых осуществляется контроль закупочных процедур, выполнения договорных обязательств и план-фактный анализ. На протяжении всего строительства мы видим, сколько можно потратить на те или иные работы, поставки, услуги без риска превышения бюджета.

TCM NC развернута на пилотных проектах, а в перспективе, я надеюсь, будет масштабирована на весь портфель заказов по проектам АЭС, объединив процессы оценки и контроля стоимости и сроков. Методология (порядка 80 документов) утверждена на отраслевом уровне и все участники проектов сооружения АЭС приняли эти документы в своих организациях. Разработаны требования к компетенциям, обучены сотрудники пилотных проектов, в организациях-участниках проведены организационные изменения. Развернуты и действуют (это сотни автоматизированных рабочих мест) программы CostOs и EcoSys — для оценки стоимости и затем контроля реализации проектов. Освоение TCM NC на пилотных проектах затронуло практически все организации нашего стройкомплекса. Это «Атомстройэкспорт», АО АККУЮ НУКЛЕАР, РЭИН, RAOS Project, Концерн «Росэнергоатом», на проекте ВОО в Турции вовлечен и Концерн «Титан-2». Все наши коллеги приняли методологию управления стоимостью и сроками и начали работать с новыми инструментами.

Исходная информация, которая позволяет нам сформировать оценку стоимости и бюджет, а затем отражать фактические данные и формировать прогноз стоимости по завершению строительства, поступает из смежных информационных систем отраслевых организаций. Реализованы два подхода. Первый — это ввод данных непосредственно в ИС TCM NC с рабочих мест пользователей либо получение данных смежных систем посредством файлового обмена. Второй — бесшовная интеграция через единую отраслевую шину обмена данными со смежными системами, такими как SPF, система нормативно-сметной информации, ЕОС «Закупки», ЕОС «Качество», АСУСС, ИСУП КС, система рисков и другие информационные системы отраслевых организаций, в том числе АСЭ и АЭП.

Мы уже автоматизировали получение данных по спецификациям оборудования и материалов, ведомостям объемов работ. В настоящее время прорабатывается интеграция TCM NC с отраслевыми ERP-системами, системами календарно-сетевого

планирования, сметными системами, отраслевой системой закупок и другими. Мы должны без дополнительных трудозатрат получать информацию, которую на регулярной основе и в рамках операционной деятельности обновляют специалисты профильных подразделений, чтобы один раз введенные в систему достоверные и актуальные данные (стоимостные показатели, сроки и другие) были доступны для использования в различных процессах.

— Следует ли понимать, что эта система в отраслевом ландшафте — надстройка над системами подразделений для административного отчета?

— Это не так. Для генерального подрядчика ИС TCM NC должна стать постоянным и основным инструментом, с помощью которого он управляет стоимостью строительства и отчитывается о выполненной работе в проекте. На этапе оценки мы формируем информацию для высшего управленческого уровня, принятия решений совместно с инвестором. Оценка стоимости, которая принимается к рассмотрению госкорпорацией «Росатом», выполняется только в подсистеме оценки стоимости (ПО CostOS). Подрядчик при желании может посчитать и перепроверить стоимость по своим методикам, но именно подходы нашей методологии расчетов являются определяющими. Единой должна быть и система планирования и контроля бюджетов; профильные структуры в госкорпорации «Росатом» для этих задач уже используют ПО EcoSys. Для выполнения контрольных функций госкорпорация должна видеть информацию по всей системе и по всем проектам. То есть отчеты и расчеты, сделанные вручную и по личным предпочтениям, из нашей практики уходят.

Другой вопрос, что мы входим в проекты уже начатые, в середине или даже ближе к завершению сроков их реализации, это внедрение в живой процесс, и мы, подобно хирургу, не имеем права навредить. Поэтому соблюдается баланс, исходя из целесообразности; на проектах, которые начнутся с нуля, нам будет проще реализовать TCM NC в качестве основного инструмента. Возможно, так произойдет на проекте АЭС в Узбекистане: после заключения контракта с инозаказчиком будет выполнена актуализация оценки 4-го класса, на ее базе сформируется директивный бюджет, и от начала до конца исполнения контракта будут выполняться принципы в соответствии с методологией TCM NC.

Непростая тема — гармонизация нашего методического подхода, ориентированного на международную систему, и российской практики — это

и расхождения ресурсного и базисно-индексного подходов, и специфические требования заказчиков, Минэнерго, регламентированные форматы отчетов и т.д. Нужно искать компромиссы со сложившейся практикой работы. Так, с АО «Концерн Росэнергоатом» мы в настоящий момент выполняем оценку 3-го класса для Курской АЭС-2, предстоит доработать ИС TCM NC с учетом российской специфики и ввести в постоянную эксплуатацию в Концерне. С начала 2022 года планируем параллельно вести процессы бюджетирования и контроля сметного лимита. Мы сформировали частное техническое задание под требования Концерна, где предусмотрено в том числе и ведение плановых и фактических данных в базисном уровне цен. Хотелось бы отметить конструктивную позицию коллег из АО «Концерн Росэнергоатом», которые идут навстречу внедрению новой системы.

— Актуален ли для TCM NC вопрос импортозамещения?

— Изначальная задача состояла в формировании системы, привлекательной для зарубежных заказчиков, инвесторов и подрядчиков. Методология Total Cost Management разработана ААСЕ, международной ассоциацией развития стоимостного инжиниринга; в мире она воспринимается как комплексная самодостаточная система и хорошо известна инвесторам. Однако ИС TCM NC (CostOS и EcoSys) реализована на зарубежном ПО. У нас есть задача достижения технологической независимости, и мы планируем к 2024 году реализовать поддержку этой системы на импортонезависимой платформе. Но кроме технологической независимости для этого есть и дополнительные мотивы. Прежде всего, блок АЭС — это сложнейшее в мире сооружение: необходимо обеспечивать поддержку сотен тысяч показателей, миллионов единиц оборудования и материалов, спецификаций. Мы уже столкнулись с задачей повышения производительности: имеющиеся программные модули не рассчитаны на колоссальные объемы наших проектов, а ведь оценка 3-го класса делается на основании проектной документации. Чтобы обеспечить повышение производительности, мы связываемся с зарубежными разработчиками через российского партнера АО «ПМСОФТ»: они реагируют на запросы согласно обязательствам, но жизнь требует ускоряться. Полагаем, что полученный опыт, понимание методологии, освоение стандарта позволят нам продублировать программные модули на одной из российских платформ уже с учетом дополнительных потребностей и задач, которые мы выявляем на пилотном этапе. Одна из задач — выполнить оценку стоимости на основе 3D-модели в CostOS: функционал новой программы должен будет интерпретировать данные 3D-проектирования. В этой модели нам будет нужна детальная информация: данные по материалам и оборудованию, атрибутивный состав элементов модели, коды KKS (система идентификации VGB PowerTech для объектов энергетики и т.д.) — тогда каждый элемент мы сможем привязать к структуре в декомпозиции работ WBS, присвоить коды структуре декомпозиции

Управление стоимостью в рамках системы TCM NC предусматривает подготовку и применение оценок стоимости сооружения АЭС на различных этапах жизненного цикла проекта. В программе TCM NC установлены пять классов точности оценок стоимости, которые характеризуются уровнем зрелости состояния проекта (последовательно учитываются данные о стоимости проекта-аналога, затем особенности конкретных проектных решений по объекту, фактическая стоимость работ и материалов и т.д.).

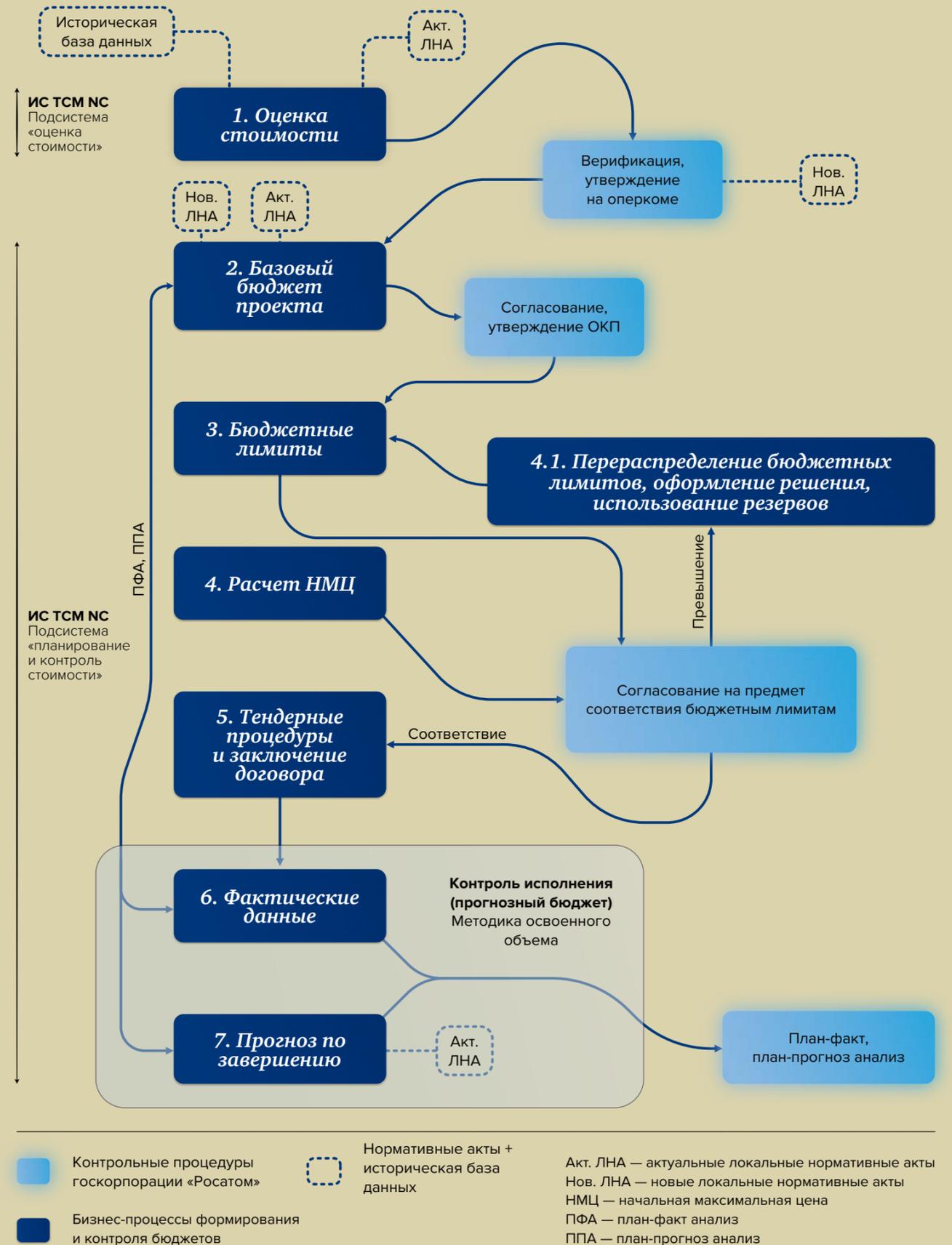
затрат (CBS) и тем самым сделать каждый элемент понятным для оценки.

В импортонезависимом продукте мы изначально ориентируемся на то, чтобы сделать TCM NC более адаптированной для широкого круга проектов. Хотя NC и означает «атомное строительство», мы планируем сделать задачу более универсальной — для других, не только атомных объектов. Методология остается той же, но создание дополнительных форм сбора данных, специфических отчетов для других проектов можно будет делать в новом продукте без больших трудозатрат. Впрочем, мы не предполагаем создавать собственное мощное подразделение программистов и рассчитываем выбрать российского партнера, с которым будут взаимодействовать наши методологи, формулируя задачи, оценивая результаты. Мы воздержимся от постоянного дописывания кода. Но настройки, например формулы для экономических расчетов, должны будут уточняться оперативно, и такие возможности должны быть реализованы.

— Не произойдет ли ситуация, которую программисты называют «вилка» — когда задача начинает жить двумя ветками, импортной и импортозамещенной? Не разойдутся ли также и версии идеологий?

— Это интересный и непростой вопрос, пока сложно ответить однозначно. Можно сказать так: TCM NC в первую очередь — методология, во вторую очередь — обученные люди; информационная система как программный продукт — это необходимая, но лишь третья компонента. Постановка задачи на импортонезависимый продукт говорит, что модель данных будет той же. Мы предполагаем максимально сохранить преемственность пользовательских интерфейсов. Форматы данных, привязку к структуре, сами алгоритмы расчетов (в них нет чего-либо сложного, за исключением масштаба) мы тоже сохраним. То есть мы не планируем создать нечто принципиально новое, включая терминологию — она останется интернациональной. Но мы действительно получим возможность поддерживать и даже продавать новую

План развития системы TCM NC на 2022 год в привязке к процессам формирования бюджета и контроля стоимости проектов



Текст: Николай Давыдов

Фото: «Страна Росатом», пресс-служба ОЦКС Росатома

систему, реализованную на российской платформе. Методология стала международно признанным стандартом; если у нас будет достаточно квалифицированных специалистов, они смогут под нужды заказчика, исходя из объемов и сути его задач, предложить решение и быстро развернуть систему «комплексного управления стоимостью» и в стране, и за рубежом. Задача разговаривать на одном языке с зарубежными инвесторами по-прежнему актуальна. Поэтому новые продукты будут создаваться с поддержкой той же методологии, расчетных и аналитических методик, с опорой на те же структуры баз данных.

— В какой мере новая система принимается в коллективах с разными производственными культурами, традициями?

— TCM NC, хотя и получила статус отраслевого стандарта, внедряется на уже развернувшиеся стройки по принципу «не навредить». Практически все отраслевые организации ввели информационные системы TCM NC в постоянную эксплуатацию; возвращены рабочие места, есть обученные работники, которые ежедневно работают в системе, используют оценки стоимости и бюджеты. На пилотных объектах выполнены оценки 4-го, 3-го классов. Формируются бюджеты проектов. Уже сегодня можно контролировать исполнение, вносить и отслеживать «факт». Пока не везде сделана бесшовная интеграция, поэтому некоторые данные поступают через файловый обмен.

Вопрос, ответ на который мы ищем с коллегами из АО АККУЮ НУКЛЕАР и Концерна «Титан-2», — до какого уровня субподрядчиков необходимо обеспечить погружение в систему и методологию. Требуется ли внедрения информационной системы от всего конгломерата компаний-исполнителей? Концерну «Титан-2», компании огромной и очень опытной, которая участвует во многих зарубежных и российских стройках, найти ответ легче, чем кому-либо. Полагаю, что, внедрив эту методологию на уровне руководства, они научат всех, с кем взаимодействуют

постоянно, действовать по правилам. Если это эпизодический подрядчик с ограниченным объемом, в этом случае файловый обмен позволит взаимодействовать и с ним: формат, структуры и сроки предоставления информации могут быть внесены в типовую договор.

Проект TCM NC масштабный, затрагивает множество организаций и людей. Нет такой организации, где бы вся система была принята гладко. Так, есть сложности с системой бюджетирования и коллегами, которые занимаются бюджетами: исторически сложившиеся подходы отличаются от внедряемых, непривычна детализация. Разработав формы сбора данных, они вводят большое количество данных по бюджетам. Есть разница в оценке стоимости в ключевых дивизионах. Вопросы по полномасштабному внедрению TCM NC в пилотных организациях еще остаются. Продолжаем над этим работать.

— Сегодня реализуются пилотные проекты, с «пилотными» людьми. Готова ли TCM NC к масштабированию в социальном аспекте, когда потребуются массовое обучение, обслуживание и прочее?

— Мы действительно готовимся к этому заранее. Кроме методологии, уже проработано порядка 50 учебных курсов (до 30 уроков каждый), от общего ознакомления с методологией до конкретных ролей, интерфейсов — они представлены дистанционно и в онлайн-формате. Под каждую роль — свой учебный курс. Уже проведено несколько тысяч человеко-курсов. Задача на 2022 год — создать центр компетенций по поддержке системы: от уточнения методологии до доработки и администрирования информационной системы; разумеется, и задачи обучения, поддержки пользователей этот центр тоже охватит. Часть функций технического характера будет возложена на АО «Гринатом», но основные задачи примет на себя этот центр. Он обеспечит поддержку пользователей не только на российских, но и на зарубежных площадках.

Задача 2022 года — формирование в ОЦКС Центра компетенций системы TCM NC со следующим функционалом:

1. Развитие и сопровождение методологии системы TCM NC

3. Функциональное администрирование ИС TCM NC

5. Развитие отраслевой системы мониторинга цен строительных ресурсов в РФ и за рубежом

7. Формирование исторической базы знаний в части данных по стоимости и срокам

2. Выполнение оценок стоимости ОИАЭ по методологии TCM NC

4. Тиражирование системы TCM NC на новые проекты сооружения, реализуемые госкорпорацией «Росатом»

6. Развитие компетенций персонала госкорпорации «Росатом» в части знания методологии TCM NC

Найти и посчитать

Автоматизация мониторинга цен строительных ресурсов

Заместитель начальника управления ОЦКС — начальник отдела управления стоимостью в строительстве Евгений Наумов рассказал «Вестнику атомпрома», как информационные технологии позволяют организовать сбор и анализ ценовой информации на рынке страны-заказчика и перейти к управлению стоимостью строительства на основе использования ресурсного метода ценообразования.



Владеешь информацией — владеешь миром

Идея создания информационной системы мониторинга цен строительных ресурсов для проектов Росатома за рубежом возникла в ходе анализа практики определения стоимости строительства в странах, где мы начинаем реализацию своих проектов, а также в рамках взаимодействия с Минстроем РФ — при обсуждении проблем базисно-индексного метода ценообразования и возможности применения элементов ресурсного метода.

Напомню, базисно-индексный метод основан на таком расчете стоимости объекта, при котором базисный уровень цен переводится в текущие цены с использованием системы индексов пересчета. Однако применение индексов пересчета зачастую приводит к искажению реальной ситуации на рынке строительной продукции, а также к непониманию применения такого подхода зарубежными подрядчиками, заказчиками, инвесторами. А для успешной реализации проекта за пределами России мы как минимум должны разговаривать с участниками инвестиционно-строительного проекта «на одном языке». В качестве переходной меры базисно-индексный метод может дополняться ресурсной информацией — данными о реальных ценах на рынке (тогда говорят о ресурсно-индексном методе), но этот метод также не вполне понятен иностранным партнерам.

В чистом виде ресурсный метод — это декомпозиция объекта строительства на ресурсные составляющие (уровень заработной платы строителей, материалы, машины и механизмы, оборудование и прочее) и калькулирование в текущих (прогнозных) ценах ресурсов, необходимых для реализации проектных решений. Для этого нужна актуальная ценовая информация, которая должна обеспечиваться системой мониторинга.

Реформа ценообразования в строительстве на территории РФ, начавшаяся еще в 2015 году и пока по ряду

причин не завершенная, предполагает переход от базисно-индексного к ресурсному методу, а следовательно, к формированию системы мониторинга ситуации на рынке в реальном времени с однозначным пониманием рыночных цен на материалы, трудовые ресурсы, работы и т.д.

Именно ресурсный метод используется в странах с устоявшимися традициями рыночной экономики, поэтому он встречает наилучшее понимание у инвесторов. Контроль ценовой информации особенно актуален в моменты резкого колебания цен на рынке — как вверх, так и вниз. Своевременно имея такую актуальную информацию, руководитель проекта может принимать взвешенные, экономически целесообразные решения — отреагировать в момент коррекции, например закупить больше необходимого ресурса впрок либо при резком росте местной цены отказаться от закупки на территории страны-заказчика и завезти ресурсы с других рынков.

Ценность человеческого фактора

Преимущество ресурсного метода в том, что это наиболее приближенный к действительности метод определения стоимости строительства. Именно поэтому не следует считать, что система мониторинга «снижает

Схема процесса мониторинга и основные роли участников в процессе после подписания контракта (ежеквартально)



стоимость»: ее задача — отразить реальный уровень цен и не допустить превышения затрат относительно реально достижимого уровня. Конечно, ресурсный метод более трудоемкий, потому что немалые трудозатраты уходят на получение достоверной информации о стоимости ресурсов на том или ином рынке, на анализ возможности их применения на проекте.

Автоматизировать эту задачу можно лишь отчасти, поскольку в основе сбора информации — человеческий ресурс: исполнители со специфическими профессиональными знаниями (пониманием строительной области) и, что еще более важно, имеющие «софт скиллс», то есть понимание сути рынка, умение выстраивать контакты, видеть возможности и альтернативы. Таких людей немного. В нерыночную эпоху, которую пережил Советский Союз, такие умения были не нужны и в массе утрачены: лишь у представителей хозяйственной элиты, высшего управленческого персонала в СССР, сохранились навыки нетворкинга — объемные телефонные книжки с контактами, умение прозвонить десятки поставщиков и договориться. Хотя прошло уже три десятилетия, навыки и умения получать и анализировать необходимую информацию полностью не восстановились. Деловое общение с производителями, с поставщиками строительных ресурсов, в том числе в рамках многомиллиардных проектов, — это сложный вид коммуникаций. Чтобы получить эту информацию, нужно точно понимать свои потребности, настроить на взаимодействие собеседника (учитывая особенно-сти деловой и в целом национальной культуры рынка, на котором предполагается работа), задать грамотные вопросы, убедиться в том, что полученная в ответ информация соответствует ожиданиям, предложенные цены — рынку, а обязательства будут выполнены.

Чай как основа нетворкинга

Вот один пример. Начиная маркетинговые исследования на рынке одной из восточных стран для получения исходных данных для расчета стоимости АЭС, мы не сразу прочувствовали особенности менталитета. Информацию по существу невозможно было получить ни по телефону, ни даже при обычном визите. С нами начали взаимодействовать, лишь когда мы потратили время на длительные чаепития с разговорами об отвлеченных вещах: семья, традиции, политика и так далее. И в этом не отсутствие деловой культуры, а, наоборот, ее местная основа: говорить о делах можно, только когда установлено взаимное доверие, а для этого нужно многое узнать о собеседнике.

Поэтому, прежде чем формировать систему мониторинга, мы внимательно проанализировали и собственный опыт, и практику крупных российских компаний за рубежом. В рамках отраслевой системы мониторинга мы для себя определили три основных блока: сбор источников ценовой информации (ИЦИ); обработка и верификация информации с выделением достоверной части; экспертиза и документирование итогов.

Прежде всего были сформулированы требования к качеству и формату источников ценовой информации

На фото

Строительство АЭС «Аккую» в Турции



(ИЦИ), для чего разработана соответствующая отраслевая методология. Поскольку в наших объемах незначительная неточность может обойтись в миллиарды, в методологии большой упор сделан на требования по сбору, оформлению и обработке ИЦИ. Было понятно, что это станет большим объемом информации, которую в ручном режиме обрабатывать просто нецелесообразно, и нам необходим цифровой продукт, который позволит справиться с такими объемами информации и снизит риски ошибок, вызванных человеческим фактором.

Больше чем калькулятор

Первоначально мы считали, что наша задача — создать подобие калькулятора, который по методологически выверенному алгоритму рассчитает нам итоговую стоимость ресурса. Однако, создав отраслевую рабочую группу из экспертов, работающих в том или ином качестве по данному направлению, и собрав предложения, мы увидели, что нужен multifunctional цифровой продукт, по сложности соответствующий стоящей задаче: охватить ситуацию на рынке, постоянно наблюдать за динамикой изменений, прогнозировать ситуацию в зависимости от влияния внешних и внутренних факторов и своевременно передавать задокументированную информацию различным пользователям на проекте. При этом человеческий фактор (там, где он неизбежен) нужно свести лишь к поиску, обработке и вводу в систему данных, получаемых из различных источников. Собственно экономический расчет и анализ

с учетом всех факторов должна выполнять программа. На выходе мы получаем задокументированный результат мониторинга стоимости строительных ресурсов, который как в цифровом, так и в бумажном виде готов к передаче в другие системы для дальнейшего использования. То есть наша система мониторинга ресурсов оказалась фактически инструментом формирования единой базы данных для еще одной важной отраслевой системы — системы управления и контроля стоимости строительства (TCM NC).

В чем состоит методология, которая легла в основу системы мониторинга? Система начинает функционировать и развиваться с инвестиционного замысла, когда мы начинаем задумываться о возможности начала реализации проекта в той или иной стране — начинаются маркетинговые исследования рынка строительной продукции, которые позволяют нам определить возможности страны строительства в обеспечении нашего проекта строительными ресурсами. При маркетинговом исследовании рынка страны-заказчика происходит формирование базы данных потенциальных поставщиков и подрядчиков, нарабатываются контакты. Мы не просто фиксируем телефоны и электронные адреса, но знакомимся с представителями и собственно с компаниями. Оценивается производственная база, опыт, репутация, лицензии.

Когда эта информация собрана, оцениваем наличие нужных нам ресурсов. Уникальное оборудование для

АЭС российского дизайна, конечно, будет поставляться из России, но арматуру, цемент, инертные материалы и многие другие общестроительные ресурсы, не имеющие особенностей и «атомной» специфики, можно и нужно искать на местном рынке. Переходя на стадию мониторинга, мы связываемся с найденными на этапе маркетинга контактными лицами потенциальных поставщиков и начинаем работать с ними по обновлению данных с учетом изменений рынка во времени. Как правило, это письменный запрос (рутинные функции автоматизированы). Но чтобы обращение не затерялось, мы сопровождаем его звонком, обращаем внимание на отправленный нами запрос (чтобы он не попал в спам).

Приняв и действительно запустив наш запрос в работу, наши партнеры формируют предложение — наличие, объем, цену, качество и т. д. — и направляют его нам. Мы принимаем ответ на бумажном носителе, оформленном в соответствии с требованием методологии. Полученные материалы вводятся в карточку ресурса. Таким образом формируется отпускная цена ресурса. Затем по сформированному в системе алгоритму программа формирует итоговую сметную стоимость строительного ресурса: добавляются транспортные, складские расходы, операции по погрузке и прочее.

В системе реализована автоматическая интеграция с данными Центробанка (запрашивается курс валют), что позволяет нам формировать стоимость в валюте контракта, в рублях и в валюте страны-заказчика. Это позволяет понять сравнительный уровень цен на местном рынке, сопоставить с ситуацией в мире и в России. Если по итогам анализа локальная цена окажется выше, может быть принято своевременное решение об изменении локализации поставок и переходе на поставку из другой страны, в том числе из РФ.

Источниками ценовой информации для нас фактически выступают именно люди, должностные лица проверенных поставщиков. Казалось бы, на конкурентном рынке сегодня представлено много структурированной информации: это онлайн-справочники, прайс-листы. Но практика показывает, что информация устаревает иногда в течение нескольких дней. Многие цены опубликованы как рекламная приманка, практически все прайсы содержат примечание: «уточняйте у менеджера». Но мы не исключаем онлайн-источники из источников ценовой информации, по итогам анализа данных мы в большинстве случаев ставим им одну из самых низких оценок в иерархии достоверной информации и сохраняем приоритет живого взаимодействия с поставщиками и производителями.

Вычисляют роботы, решает человек
После формирования методологических требований на этапе создания IT-системы мы интуитивно выбрали для реализации программной части российскую платформу 1С и, соответственно, ушли от проблемы и сложностей импортозамещения. Система в том числе интегрирована с отраслевым процессом

уведомлений — это позволяет сократить реагирование программы до секунд. Например, если на площадке в Турции пользователь обновил информацию, через три секунды она будет учтена и интерпретирована в Москве. Скорость реакции — одна из важнейших характеристик системы мониторинга; обычный обмен письмами, даже по корпоративным каналам, затягивает процесс на дни и недели.

Реализовав проект по созданию системы, мы сократили трудозатраты на расчеты, увеличили производительность. Мы не можем говорить о том, что решения принимает искусственный интеллект: в основе обработки информации и автоматического формирования итогов лежат методологически выверенные алгоритмы, созданные нашими специалистами. Задача системы — выполнить расчет на всем объеме достоверной информации и в самый сжатый срок сформировать данные для внешних отраслевых систем (выгрузку в TCM NC) и руководителей, принимающих соответствующие управленческие решения.

Несмотря на сложность и многогранность вопросов, которые нужно охватывать в связи с обработкой ценовой информации, систему в отрасли приняли. С начала 2021 года мы начали реализовывать пилотный проект на АЭС «Аккую». В успехе пилотного проекта не только наша собственная заслуга, но и активная позиция тех, кто отвечает за мониторинг цен на площадке. От ручного труда по сбору информации с субъективным принятием решений все получили возможность перейти на программный продукт, в котором сокращены риски ошибок, определены роли и ответственность. На входе — проверенная информация из источников, выбранных в соответствии с принятой методологией; процесс принятия решений прозрачен, не замкнут в пределах одной организации или подразделения. Интересный эффект, которого мы достигли, это возможность конструктивно разрешать споры между участниками реализации проекта: они получили единую базу данных. На остальных зарубежных проектах Росатома также начинается освоение этой системы.

Не только для Росатома

В настоящее время мы накапливаем данные о стоимости строительных ресурсов на внешних рынках: уверены, эта информация будет актуальна и для других (к сожалению, пока немногих) российских компаний, которые ведут строительство за рубежом. Один из вариантов дальнейшего развития — формирование базы данных по строительным ресурсам и в России; при достаточной полноте этой базы данных и ее оперативном обновлении мы сможем в перспективе выступать как центр актуальной ценовой информации, востребованной не только в Росатоме, но и для всех организаций, реализующих строительные проекты как на территории РФ, так и за ее пределами. Эта работа дополнит сложившиеся подходы к ценообразованию и сделает работу по строительным проектам более предсказуемой для всех участников инвестиционно-строительного процесса.

Фото: Shutterstock

Digital-мир

Цифровая эпоха в цифрах

Механизация производства с помощью энергии воды и пара на рубеже XVIII–XIX веков дала старт первой индустриальной революции, столетие спустя массовое производство на сборочных линиях с использованием электричества стало началом второй, автоматизация и компьютеризация с середины XX века — третьей. Процессы, которые сегодня называют цифровой трансформацией, — это ядро четвертой промышленной революции. Даже те отрасли, уклад которых десятилетиями оставался неизменным, проходят этап существенных преобразований: вся экономика становится высокотехнологичной, что дает бизнесу новые возможности для повышения эффективности. Это сложный и многогранный процесс, однако очевидно, что для успешного прохождения цифровой трансформации необходима не только технологическая, но и управленческая готовность компаний.

Национальные цели РФ до 2030 года

до 95 %

увеличение доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде

до 97 %

рост доли домохозяйств, которым обеспечена возможность широкополосного доступа к интернету

«Цифра» в России

82 %

российских граждан пользуются различными цифровыми услугами в финансовом секторе (1-е место среди европейских стран по уровню внедрения финтех в потребительском сегменте)

46 %

руководителей российских организаций планируют расширить применение цифровых технологий, при этом каждый третий из них — в течение ближайших 5 лет

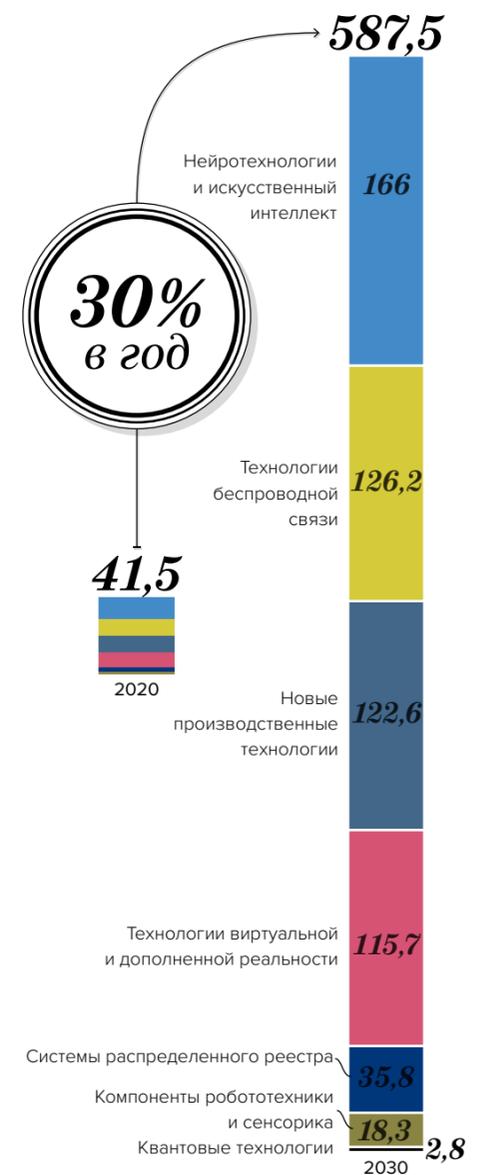
20,2 %

предполагаемый дополнительный рост производительности труда в обрабатывающей промышленности в России до 2030 г., который обеспечит цифровая трансформация

от 1 до 3 %

составляет льготная ставка, по которой предоставляется заемное финансирование конкретных проектов на сумму от 20 до 500 млн руб. в соответствии с программой Фонда развития промышленности «Цифровизация промышленности» в России

Спрос на передовые цифровые технологии в обрабатывающей промышленности в РФ в 2020 и 2030 годах, млрд руб.



Индустрия 4.0

на 20–50%

применение BIM-технологий сокращает время на разработку проекта, в 6 раз уменьшает время на его проверку, до 90% сокращает сроки координации и согласования проекта, до 40% — вероятность ошибок и погрешностей в проектной документации в сравнении с традиционными методами проектирования

95%

точность, с которой можно прогнозировать реакцию оборудования на эксплуатационные нагрузки благодаря внедрению цифровых двойников

на 5–10%

можно снизить эксплуатационные расходы сложных промышленных комплексов благодаря внедрению цифровых двойников

до 10 раз и более

снижение временных, финансовых и иных ресурсных затрат, которое может обеспечить разработка продуктов на основе технологии цифрового двойника в сравнении с традиционными подходами, предполагающими изготовление физического прототипа и проведение натурных испытаний

от 7–10 до 20%

оцениваемое снижение себестоимости добычи на «умном месторождении» за счет оптимизации работ и обеспечения оптимального технологического режима

на 10%

позволяет сократить операционные затраты компаний ТЭК использование систем предиктивного анализа

8%

стран в настоящее время имеют комплексную систему регулирования процессов цифровой трансформации

6,2 млрд ч

производительного труда — выгода, которую способно обеспечить использование в мировой логистике дополнительного интеллекта (совмещения компетенций сотрудников и преимуществ средств аналитики на основе ИИ) за счет ускорения процессов, сокращения ошибок и более оптимального распределения рабочих задач

Этапы внедрения компьютеризированных технологий



Динамика затрат на новые и традиционные ИКТ в мире, \$ трлн

(понятие «новые ИКТ» включает ИИ, робототехнику, блокчейн, технологии виртуальной и дополненной реальности и ряд других передовых технологий)



Финансы

на 10–15%

ежегодно растут глобальные расходы на цифровые технологии в последние 10 лет

\$3,5–\$5,8 трлн

ожидаемый прирост добавленной стоимости благодаря распространению технологий ИИ в отраслях экономики и в социальной сфере

на 17,3%

ежегодно растут расходы на цифровые технологии в среднем за последние 10 лет в России (2452,9 млрд руб., или 2,2% ВВП в 2019 г.)

11,7%

составил рост глобальных вложений в решения для «умного города» в 2020 г.

84%

составил в мире рост затрат на решения в области кибербезопасности в апреле 2020 г. в связи с массовым переходом сотрудников на удаленную работу и ростом на 40% числа личных устройств для обмена корпоративными данными с недостаточным уровнем киберзащиты



~58%

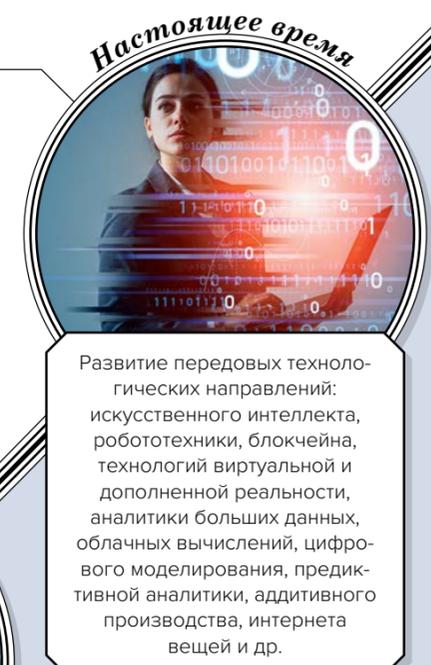
ожидаемый ежегодный прирост рынка систем, включающих элементы ИИ, интернета вещей, технологий беспроводной связи, сенсорики и других технологий в период до 2026 года

3–5 лет

горизонт времени, на котором ожидается, что развитие квантовых технологий обеспечит новый уровень скорости и надежности вычислений и передачи данных

5–10 лет

горизонт времени, на котором ожидается, что беспроводные сети пятого (5G) и шестого (6G) поколения за счет высокой скорости связи и низкой задержки кардинально изменят коммуникационные возможности (вплоть до реализации тактильного интернета, телеприсутствия и передачи 3D-голограмм) и создадут новые точки роста в различных секторах



>1 млн

беспилотников будет задействовано для доставки товаров в мире к 2026 г. (сейчас — порядка 20 тыс.)

на 10%

могут быть сокращены выбросы углекислого газа за счет системных мер цифровизации, которые вносят наибольший вклад в снижение спроса автомобильного транспорта на энергоресурсы на горизонте до 2050 г.

32%

доля рабочих мест, которые могут существенно трансформироваться в результате внедрения новых технологий

Взгляд в будущее

Источник: Доклад НИУ ВШЭ «Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты», 2021 год

Текст: Кирилл Быстров

Фото: Пресс-служба ОКБ «ГИДРОПРЕСС», Shutterstock

Поймать волну

Какие конструкторские задачи помогает решать вычислительная гидроаэродинамика

Для атомной отрасли CFD-технологии являются относительно новыми — широкое распространение они получили в последние пятнадцать лет. За это время в ОКБ «ГИДРОПРЕСС» наработан уникальный опыт применения CFD практически на всех этапах жизненного цикла реакторных установок. О преимуществах CFD и успехах российских специалистов в ее применении рассказывает инженер-конструктор 1 категории отдела технологий поддержки жизненного цикла ОКБ «ГИДРОПРЕСС» Василий Волков.

— В ОКБ «ГИДРОПРЕСС» вы являетесь одним из основателей направления CFD. Объясните, что это за технология.

— С развитием компьютеров и позднее суперкомпьютерных технологий появилась ветвь, дополняющая экспериментальные и теоретические подходы к конструированию, а иногда и выступающая в качестве альтернативы этим подходам, — вычислительная гидроаэродинамика (ВГАД). Однако в русскоязычной литературе термин ВГАД употребляется все реже, вместо него получил распространение и стал общепринятым термин Computational Fluid Dynamics (CFD).

CFD-коды позволяют частично заменить и дополнить математическими расчетами реальные эксперименты — занятие крайне затратное по времени и по деньгам. Таким образом, существенно сокращаются сроки и стоимость проектирования новых конструкций реакторного оборудования при одновременном повышении качества. Эти коды универсальны и описывают непосредственно физику процесса и поведение среды. Они могут применяться для разного оборудования без привязки к конструкции. Получается, что при помощи одного CFD-кода можно рассчитывать поведение среды и для насосов, и для реакторов, и для парогенераторов (и даже аэродинамику автомобиля или самолета).

Например, эксперименты на гидравлических стендах ограничиваются определенным диапазоном чисел Рейнольдса. За пределами возможностей большинства экспериментальных установок оказывается также диапазон очень высоких температур, обусловленный взаимосвязью проблем теплопередачи с проблемами обтекания. Кроме того, многие задачи связаны со слишком большим масштабом в пространстве и недоступны для экспериментального моделирования.



— Какую роль играет применение CFD-технологий в эпоху жесткой конкуренции на атомных рынках?

— Знания являются критическим параметром для наукоемких технологий, которые используются в атомной отрасли везде и всюду. CFD-расчеты в целом повышают уровень знаний о теплофизических процессах в оборудовании, снижают затраты на разработку новых конструкций, повышают надежность и безопасность различного оборудования АЭС. Использование CFD упрощает обоснование продления сроков эксплуатации действующих атомных объектов. CFD еще на стадии проектирования позволяет предсказать характеристики оборудования, провести сравнение различных конструкций.

— В чем заключалось участие вашей группы CFD-технологий в проекте рабочей группы МАГАТЭ CFD Application for Nuclear Power Plant Design?

— В рамках деятельности группы организации-участники со всего мира делились опытом применения CFD для поддержки проектирования реакторных установок. Наша группа написала раздел о применении CFD при проектировании РУ ВВЭР. Остальные участники отметили высокий уровень работ ОКБ «ГИДРОПРЕСС» в данном направлении.

— На ваш взгляд, CFD — это больше научное направление или повседневный расчетный инструмент, сокращающий длительность и стоимость работ по конструированию оборудования реакторной установки?

— В общих чертах CFD — это смесь теоретических и практических знаний, программирования и физики. Современная наука движется в направлении

мультифизичности и связи различных направлений в единые. Один из самых актуальных вопросов развития CFD — как увязать расчет одномерным и трехмерным кодом в одной модели. Это необходимо, чтобы одновременно рассчитывать ту часть исследуемой области, где преобладают трехмерные процессы, например места соединения труб, где потоки смешиваются, и ту часть, где течение одномерное, по прямой. Зачем использовать микроскоп там, где можно просто обойтись очками? Подобному мультифизическому моделированию была посвящена кандидатская диссертация моего коллеги Луки Голибродо. На основе полей скоростей, полученных из CFD, дополненных методикой расчета уноса влаги, он рассчитывал влажность на выходе из парогенератора. Это была связь трехмерного и одномерного подхода, реализованного для решения сложной технической задачи.

— Каковы перспективы применения CFD? Есть ли ограничения при использовании технологии?

— МАГАТЭ уже сейчас позволяет применять CFD-расчеты для обоснования безопасности реакторной установки при условии проведения анализа неопределенности. Без CFD не обойтись при расчете абсолютно новых проектов, когда неизвестно конструкторское решение, нет референтности, нет экспериментальных данных. Например, при расчетах для реакторов средней и малой мощности. До настоящего времени применение CFD в атомной отрасли значительно ограничивает отсутствие достаточно надежных, но при этом незатратных с вычислительной точки зрения моделей двухфазного течения теплоносителя с целью применения в широком круге задач для расчета кризиса теплообмена в ТВС активной зоны.

— За последние несколько лет сотрудники ОКБ «ГИДРОПРЕСС» участвовали в нескольких бенчмаркингах, организованных OECD/NEA. Что это

«Без CFD не обойтись при расчете абсолютно новых проектов, когда неизвестно конструкторское решение, нет референтности, нет экспериментальных данных. Например, при расчетах для реакторов средней и малой мощности»

были за мероприятия и каких результатов удалось достичь?

— Чтобы оценить возможность и точность применения CFD-кодов для решения различных практических вопросов, проводят международные бенчмаркинги (эталонные тестирования). Обычно в подобных мероприятиях задействовано около 40 организаций из разных стран мира. Им отправляют исходные данные проведенного ранее эксперимента, которые они должны посчитать своими CFD-кодами. Полученные результаты сравнивают, условно побеждает та команда, чьи результаты были наиболее близкими к эталонным. За последние несколько лет команда ОКБ «ГИДРОПРЕСС» не просто приняла участие в нескольких международных бенчмаркингах, организованных АЯЭ ОЭСР совместно с МАГАТЭ, но и очень преуспела. Так, в бенчмаркинге для расчета течения теплоносителя в ТВС в обобщенных рейтингах россияне заняли второе место, а при верификации CFD-кодов для проблем водородной безопасности — первое. Так что международные специалисты высоко оценили работы и квалификацию специалистов ОКБ «ГИДРОПРЕСС».



Текст: Ирина Дорохова

«Сарус» идет в ОПК

Программный комплекс РФЯЦ-ВНИИЭФ успешно проходит апробацию на предприятиях оборонно-промышленного комплекса

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» разрабатывает первую отечественную импортонезависимую систему полного жизненного цикла для предприятий ОПК — «Сарус». Система состоит из нескольких модулей, необходимых для проектирования, изготовления и эксплуатации, а также вывода из эксплуатации сложных изделий машиностроения. Рассказываем об истории и особенностях системы.

«Сарус» — это коммерческое название системы полного жизненного цикла «Цифровое предприятие», которую разработал РФЯЦ-ВНИИЭФ. Система представляет собой комплексное импортонезависимое интегрированное решение на единой платформе, работающее в операционных системах семейства Unix. Она разрабатывается и будет применяться в первую очередь на предприятиях ОПК, но в перспективе ее могут приобрести и другие российские компании.

История разработки началась еще в 2009 году, когда стартовала программа цифровой трансформации Росатома. В рамках этой программы был запущен проект по созданию импортонезависимой типовой информационной системы для ядерного оружейного комплекса (ТИС ЯОК). РФЯЦ-ВНИИЭФ создал комплекс систем, решающий задачи конструкторского моделирования и проектирования, технологической подготовки к производству, управления производством, эксплуатации изделий, управления производственными цепочками, поставками, управления предприятием — планированием, экономикой, персоналом, закупками, основными средствами.

До начала разработки комплексной системы во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» уже существовали решения по планированию, экономике и подготовке производства, но они были разрозненными, а в 2014 году их полностью вывели из эксплуатации. Алгоритмы и методы старых систем использовали, но программный код полностью написали заново. В общей сложности в то время было создано более 20 систем. Комплекс был построен на импортонезависимых решениях, но с компонентами импортонезависимых платформ, таких как Microsoft, Oracle и пр. Тем не менее комплекс позволял обрабатывать информацию, включая ту, которая содержит гостайну, и сопровождал сквозной жизненный цикл изделия. В 2014 году первую версию системы представили президенту РФ, сдали в эксплуатацию, а в 2015 году внедрили в работу РФЯЦ-ВНИИЭФ.

Затем работа продолжилась. В 2016 году на совещании в Сарове, которое провел председатель правительства Дмитрий Медведев, было принято решение расширить использование системы, создав версию для всех предприятий оборонно-промышленного комплекса. Началась поэтапная реализация. В 2016 году были выделены деньги и выполнен первый этап проекта. «Мы полностью переписали системы управления предприятием (ERP) и производством (MES), исключив все импортонезависимые компоненты. Две системы стали полностью импортонезависимыми, обеспечивающими защиту информации, в том числе гостайны», — рассказывает заместитель директора РФЯЦ-ВНИИЭФ по технологиям полного жизненного цикла — директор института цифровых технологий — главный конструктор систем полного жизненного цикла РФЯЦ ВНИИЭФ Олег Кривошеев.

«Сарус» — это единственная российская полностью импортонезависимая система управления предприятием, производством, конструкторским проектированием и созданием изделий в сегменте вооружения, военной и спецтехники (ВВСТ)

В 2018 году эти системы были внедрены в РФЯЦ-ВНИИЭФ. В том же году стартовал и получил финансирование проект по созданию третьего комплекса систем — по управлению жизненным циклом изделий (PLM-системы). Это комплекс систем, который используется для конструкторского проектирования и моделирования изделий ВВСТ, технологической подготовки производства, управления технологическим оборудованием с ЧПУ (числовым программным управлением). В общей сложности в PLM, созданный РФЯЦ-ВНИИЭФ, входит 17 систем. «Возьмем CAD — систему для конструкторского проектирования, основной инструмент всех конструкторов, где создают изделия, детали и агрегаты. В одной только

Состав СПЖЦ «Цифровое предприятие». Система управления ЖЦИ



СПЖЦ — система полного жизненного цикла предприятия

ЖЦИ — жизненный цикл изделия

■ PLM ■ Технологическая платформа

Источник: ЧУ «Цифрум»

CAD реализованы две с половиной тысячи сложнейших математических функций, которые отвечают за формирование кривых третьего порядка, сопряжение сложных поверхностей, сборку и сопряжение сложных моделей, входящих в состав изделий, и так далее», — объясняет Олег Кривошеев.

Платформа, на которой разработан весь комплекс систем, тоже полностью российская, написана на языке C++ . Отечественный код для платформы не содержит и не будет содержать элементов импортонезависимых систем. Особенность всего комплекса — высокий уровень защиты как коммерческой информации, так и гостайны. «Столь защищенного решения для отечественной промышленности на сегодняшний день ни у кого больше нет, — уверен Олег Кривошеев. — Иностранцы комплексы программ сертифицировать нельзя, поскольку нет открытого кода».

Комплекс систем продолжает разрабатываться. В работе участвует большой коллектив. Около восьмисот специалистов — со стороны РФЯЦ-ВНИИЭФ, около тысячи — со стороны ведущих российских IT-компаний, таких как «Топ Системы» или «Телеформ ИС».

В 2020 году в Сарове президенту РФ Владимиру Путину были представлены цифровые продукты Росатома, включающие конкурентоспособные IT-решения в таких областях, как наукоемкое моделирование и НИОКР, управление предприятием и производством, создание цифровой инфраструктуры. Президенту были представлены достигнутые результаты разработки системы полного жизненного цикла «Цифровое предприятие», продемонстрирована работа систем конструкторского проектирования, инженерных расчетов и технологической подготовки производства. Владимир Путин отметил важность и актуальность разработок ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», особенно в условиях текущей нестабильной политической ситуации в мире.

Разработанный прототип системы проходит апробацию на предприятиях госкорпорации «Росатом». Одновременно с этим апробация проходит на предприятиях за пределами атомной отрасли — ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация», АО «Объединенная судостроительная корпорация», АО «Вертолеты России» и АО «Научно-производственная корпорация Уралвагонзавод». Также система РФЯЦ-ВНИИЭФ развернута для создания центров компетенции и обучения в МИФИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, ННГУ им. Н. И. Лобачевского и КНИТУ им. А. Н. Туполева. Кроме того, идет процесс внедрения системы управления производством (MES) на трех заводах, входящих в «КАМАЗ».

Специалисты предприятий, на которых проходит апробация системы полного жизненного цикла, формируют требования, а также выступают в качестве тестировщиков — отправляют свои комментарии и пожелания. Раз в квартал собирается комиссия, которая принимает итоги очередного этапа, апробирует их, дает заключения. Сейчас все системы готовы на 75–80%. 2022 год будет посвящен завершению работ по доведению функциональности до 100%, сертификации систем на соответствие требованиям по защите гостайны и отладке. До конца 2022 года базовый комплекс «Сарус», куда входит в общей сложности 33 системы, должен быть готов и сможет выводиться на рынок. Целевая аудитория — все те же предприятия ОПК.

Следующий этап работы, который начнется в 2023 году, — разработка и внедрение отраслевых версий «Саруса», которые будут учитывать специфику различных отраслей ОПК: авиации, судостроения, наземного транспорта. Для этого Росатом и «Ростех» создали совместное предприятие. По словам Олега Кривошеева, значимость разработки со временем выросла из-за острой потребности в импортозамещении, быстрого роста цифровизации промышленности и повышения требований к информационной безопасности.

Текст: Надежда Фетисова
 Фото: Пресс-служба ЧУ «ИТЭР-Центр»

Термоядерщики объединяются

ИТЭР-Центр создает единое информационное пространство для исследований УТС



В этом году Частное учреждение Росатома «Проектный Центр ИТЭР» (ЧУ «ИТЭР-Центр») запустило проект по созданию инфраструктуры для проведения дистанционных экспериментов. Единое информационное пространство охватит большинство организаций, занимающихся термоядерной тематикой. О целях и преимуществах проекта рассказывает начальник сектора автоматизированных систем управления ЧУ «ИТЭР-Центр», руководитель проекта Сергей Портоне.

Задачи

Международный проект ИТЭР — это квинтэссенция мировых работ по управляемому термоядерному синтезу (УТС), и Россия — один из ключевых участников проекта. Параллельно наша страна реализует собственную программу по УТС. Одна из важных проблем — различие в форматах сбора и хранения экспериментальных данных УТС-установок между Россией и другими странами, да и в целом отсутствие в нашей стране унифицированных средств для работы с данными исследований УТС.

Было очевидно, что необходима систематизация подходов и разработка единого формата: это сделает работу российских термоядерщиков гораздо более эффективной, а процесс интеграции российского УТС-сообщества в мировое — более комфортным. Идея создания единого информационного пространства витала в воздухе давно, и с 2019 года мы начали детально прорабатывать ее реализацию с руководством госкорпорации. За основу были взяты мировые практики и российский опыт в проекте ИТЭР.

Подробности

В 2021 году в рамках федерального проекта «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий» ИТЭР-Центр заключил с Росатомом государственный контракт на выполнение работ по созданию единого информационного пространства для исследований УТС. В ноябре этого года мы запустили пилотную площадку для демонстрации преимуществ проекта. Сейчас в наше «пилотное» информационное пространство вошли, во-первых, предприятия Росатома (ТРИНИТИ, НИИЭФА, ИТЭР-Центр и ИЛФИ РФЯЦ-ВНИИЭФ), во-вторых, Курчатовский институт и институты Академии наук (Физико-технический институт в Петербурге, Институт прикладной физики в Новосибирске, Институт ядерной физики в Нижнем Новгороде).

Инфраструктура для проведения удаленных экспериментов включает в себя три основные части: центральный узел, центры дистанционного участия, совместные лаборатории. Центры дистанционного участия и совместные лаборатории создаются в каждой организации, участвующей в проекте. Центральный узел находится в ИТЭР-Центре и является «ядром» единого информационного пространства, где аккумулируются научные данные. Узел оперативно предоставляет информацию всем участникам, при этом не повышая нагрузки на отдельные установки.

Основной функционал центров дистанционного участия — обеспечить «эффект присутствия» ученых и их доступ ко всем нужным данным. Каждый такой центр — это отдельное помещение, в котором рабочие места участников эксперимента подключены к многофункциональной видеопанели, состоящей из восьми экранов, и все это находится во внутренней защищенной сети. Пространство видеопанели может быть организовано любым удобным для пользователей образом: например, работать как единый большой экран или восемь маленьких экранов,

каждый — со своей картинкой: на одном выводятся графики, на другом — показатели магнитных зондов, на третьем — общие параметры установки, на четвертом — коллеги с других предприятий. Со своего рабочего места ученые смогут полноценно участвовать в эксперименте, внося при необходимости правки в свои расчеты и предложения по настройке аппаратуры. Кроме того, центры оборудованы интерактивной панелью, которую можно использовать для обсуждения оперативных вопросов во время эксперимента и онлайн-совещаний.

Совместные лаборатории создаются вокруг действующих установок и стендов. Это программно-аппаратный комплекс, который является интеграционным узлом для подключения установки к единому информационному пространству УТС-исследований. Основная наша задача — обеспечить получение экспериментальных научных данных, не вмешиваясь во внутренние процессы работы установки или стенда. Поэтому мы работаем с этими установками по принципу read only: получаем данные, которые представляем всем участникам нашего единого пространства.

Конечно, при внедрении такого масштабного проекта бывают сложности. Это трудности технологического характера, ведь каждая установка — это уникальное произведение научно-технического искусства. Это и организационные сложности: при обустройстве дистанционных центров и совместных лабораторий возникает масса задач, начиная с организации интернет-канала и заканчивая доставкой и монтажом оборудования. В решении этих задач нам очень помогают директора организаций-участников. Есть и психологические нюансы: недоверие некоторых сотрудников к цифровым новшествам. Но тут приходят на помощь мудрость опытных коллег и инициатива молодого поколения.

Преимущества

Преимущества единого информационного пространства очевидны: это экономия времени, ведь институты-участники национальной программы УТС разбросаны по всей стране, от Новосибирска до Петербурга. Даже в «доковидные» годы людей выматывали бесконечные командировки, а теперь, с учетом ограничений, перемещения стали еще сложнее. Кроме того, ход эксперимента не всегда возможно предсказать, а мгновенно телепортироваться из Троицка в Новосибирск еще никто не научился. Теперь же к любой установке можно подключиться в любое время прямо со своего рабочего места. Это, конечно, очень экономит ресурсы.

Важное преимущество нашего проекта — объединение российского УТС-сообщества. В СССР круг специалистов-термоядерщиков был сравнительно небольшим: все друг друга хорошо знали, регулярно встречались на конференциях, следили за работой коллег. До сих пор связи старшего поколения очень тесные: каждый знает, с каким вопросом к кому обратиться. А вот у молодого поколения такого нет.



Анатолий Красильников

Директор ЧУ «ИТЭР-Центр»:

Наши партнеры — крупнейшие мировые термоядерные центры — активно развивают онлайн-формат сотрудничества, включающий в себя в том числе проведение удаленных экспериментов. Например, японцы удаленно работают на американском токамаке Doublet III-D, американцы — на китайском EAST, европейцы — на японском JT-60SA. Сейчас внутри ИТЭР обсуждается, как можно будет использовать этот солидный опыт, когда установка будет запущена.

Конечно, ЧУ «ИТЭР-Центр» заинтересовано в том, чтобы привить культуру проведения удаленных экспериментов в российском УТС-сообществе, используя все зарубежные наработки в создаваемой сейчас ИТ-инфраструктуре. Важно, чтобы эта инфраструктура в своих подходах и алгоритмах интегрировала и эффективно использовала лучшие, хорошо опробованные нашими партнерами по ИТЭР технические решения. В результате и зарубежные партнеры смогут комфортно участвовать во внутрироссийских научно-исследовательских проектах по УТС, и наши физики, проводя эксперименты за рубежом, будут чувствовать себя в привычной среде.

В итоге создаваемая инфраструктура позволит эффективно интегрировать в национальную программу развития термоядерного синтеза научно-технологические открытия и ноу-хау, сделанные в рамках международного проекта ИТЭР и других крупных зарубежных термоядерных экспериментов.

Специалисты разных предприятий могут заниматься схожими задачами и даже пересекаться на конференциях, но подробностей о работе друг друга не знать. А ведь если объединить их знания и опыт, то можно добиться выдающихся результатов! Поэтому наш проект позволяет решить вопросы передачи знаний и организации научной коммуникации.

Цели проекта на ближайший год: во-первых, финализация функционала центрального узла, во-вторых, агрегация накопленного опыта по обработке и визуализации данных, полученных с установок и стендов. А к 2024 году планируем модернизировать «пилотные» узлы и создать новые, существенно расширив число участников нашего проекта, в частности за счет вузов. Вообще, единое информационное пространство, которое мы создаем, — это не закрытый клуб, доступ в который ограничен. К нашему пространству может присоединиться любая организация, которая занимается исследованиями в области УТС и смежных областях. Уже сейчас есть желающие: некоторые предприятия и вузы хотят подключиться к проекту в самое ближайшее время, многие планируют подключение в 2024 году.

«Инфраструктура для проведения удаленных экспериментов включает в себя три основные части: центральный узел, центры дистанционного участия, совместные лаборатории. Центры дистанционного участия и совместные лаборатории создаются в каждой организации, участвующей в проекте»

Цифровые технологии — это не дань моде, а этап развития передовой науки, необходимый для обеспечения конкурентоспособности на мировом уровне. Конечно, живого общения ничто не заменит, и для ключевых технологических операций, как и раньше, необходимо личное присутствие. Но единое информационное пространство существенно облегчает процесс поиска контактов и обмена информацией. Мне кажется, в науке, особенно в УТС как в передовом направлении, это крайне важно. Мы должны не замыкаться в своих исследованиях, а действовать сообща и двигаться в рамках мировых тенденций развития. Только так будет возможно совершить качественный скачок в исследованиях управляемого термоядерного синтеза.



Игорь Родин

Заместитель генерального директора по термоядерным и магнитным технологиям АО «НИИЭФА»:

АО «НИИЭФА» — одна из организаций, активно поддержавших создание единого информационного пространства. Более двадцати лет назад в рамках программы крупномасштабных модельных экспериментов, предшествовавших активной фазе сооружения токамака ИТЭР, специалисты АО «НИИЭФА» имели возможность удаленно участвовать в испытаниях сверхпроводников электромагнитной системы ИТЭР на площадке Японского института исследований в области атомной энергетики (JAERI). Однако тогда удаленным пользователям был доступен только ограниченный объем измерительных данных, сбор и обработка которых оставлялась на усмотрение конечного пользователя. Ни о каком эффекте присутствия и оперативном общении речи не шло. Тем не менее, опыт запомнился, и его развитие в рамках программы РТТН с учетом последних достижений в области создания технологий удаленного эксперимента было встречено с понятным энтузиазмом. Основные элементы инфраструктуры — специально оборудованное помещение, компьютерное и сетевое оснащение, видеостена и другое — в «НИИЭФА» уже готовы.

Объединение в единое целое разнородных научных коллективов обеспечивает уникальную синергию возможностей в части подготовки и проведения экспериментов. В совокупности с имеющимися в информационном пространстве возможностями для математического моделирования, анализа и представления экспериментальных результатов получаем систему, способную стать базовым элементом развития областей знаний, связанных с УТС. Подобные системы представляют собой будущее практики научного эксперимента. Они, несомненно, привлекательны для новых поколений российских ученых, у которых появляется реальная возможность участия в запусках и экспериментах на установках ИТЭР, T-15МД и других площадках.

Диапазон возможностей

Как стать успешным в цифровую эпоху

Какими темпами в отрасли идет цифровизация, успевают ли сотрудники адаптироваться к цифровой среде, как бороться с минусами онлайн-обучения и какие IT-специальности сегодня наиболее востребованы в Росатоме, «Вестнику атомпрома» рассказывает директор блока функциональных и бизнес-компетенций АНО «Корпоративная Академия Росатома» Елена Першина.

— Как вы оцениваете уровень развития цифровой культуры в отрасли? Можем ли мы уже сейчас называть Росатом цифровой компанией?

— Росатом уверенно движется в этом направлении. Важно отметить, что для нас цифровизация — это не девиз и не самоцель. Стратегия Росатома предусматривает движение от глобального лидерства в атомной отрасли к глобальному технологическому лидерству. Это общий вектор для всех предприятий и организаций, которых в структуре госкорпорации более 300. И цифровизация работает на эту большую цель.

Наш основополагающий документ в сфере цифровизации — Единая цифровая стратегия (ЕЦС) Росатома. Он состоит из нескольких больших разделов. В сфере внутренней цифровизации мы работаем над повышением эффективности деятельности корпорации. Более широкая задача — создание коммерческих цифровых продуктов для открытого рынка. А самая масштабная цель — поддержка цифровизации Российской Федерации. Здесь наша аудитория — вся страна и государственные структуры, которые развивают цифровую экономику. И наконец, еще одно ключевое направление стратегии — развитие сквозных цифровых технологий, которые выступают основой для решения всех перечисленных задач. Фундаментом цифровой стратегии является развитие партнерских отношений с другими участниками рынка, необходимые организационные изменения и цифровая культура и компетенции. Именно развитие цифровой культуры позволяет нам реализовывать все самые амбициозные планы.

Мы проводим ежегодное исследование зрелости нашей цифровой культуры начиная с 2019 года. По итогам исследований мы определили для себя ключевые точки приложения усилий. Для нас это внедрение потребностей клиента во всю цепочку создания продукта, быстрое взаимодействие между исполнителями и открытая культура, в которой приветствуется желание делиться своим опытом и ошибками.



В рамках этих тем мы вовлекли в мероприятия по развитию цифровой культуры тысячи наших руководителей и сотрудников. Например, мы проводим сессии «Моя лучшая ошибка», на которых руководители открыто рассказывают о своих ошибках, об уроках, которые они из них вынесли, о том, чем это может быть ценно другим.

Все наши планы в рамках ЕЦС, конечно, имеют определенные показатели на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу. Вместе с тем цифровизация — это путь, который развивается и корректируется год за годом. В 2018 году, например, мы даже представить не могли, что будем отвечать за создание квантового компьютера в России. А сегодня мы уже видим горизонт перехода к его практическому применению.

— Какие новые требования к сотрудникам предъявляет цифровая эпоха?

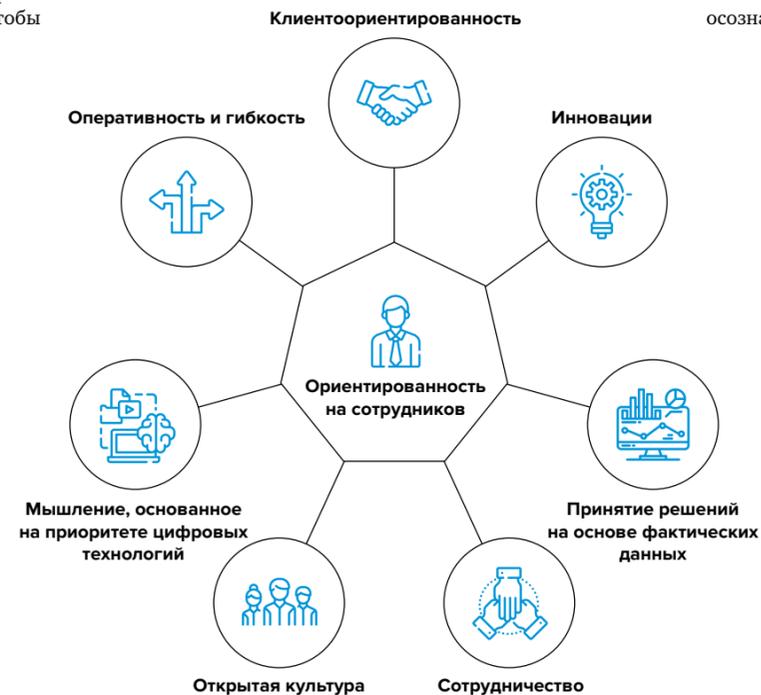
— На первый план сейчас выходят умения и навыки выстраивания различных моделей, включая бизнес-модели, понимание баланса между различными принципами (рациональности, этики, ответственности).

По-прежнему актуальны умения находить эффективные решения в условиях высокой неопределенности, выстраивать коммуникацию с другими людьми (теперь и через цифровые каналы), общая креативность, способность учиться.

— Соответствует ли скорость цифровых изменений скорости адаптации персонала?

— Процесс адаптации должен идти в ногу с изменениями, а они неизбежны. Скорость адаптации персонала для нас — ключевой фокус. Все наши сотрудники являются пользователями создаваемых цифровых сервисов. Например, чтобы

успешным в сегодняшних реалиях без его желания, но предоставляем ему широкий диапазон возможностей. Например, мы все чаще используем гибридное обучение, когда есть насыщенная онлайн-часть и конкретная практика в физическом пространстве. Или другой путь. Мы предоставляем возможность выбора образовательного трека через дистанционные курсы. В этом случае мы видим прогресс человека, но то, насколько он возьмет свой максимум от контента, зависит от него. Уходит в прошлое практика, когда людей сажали за парту и заставляли учиться. С одной стороны, преимущество в свободе выбора, с другой — это требует большой самомотивации и осознанности.



каждый сотрудник имел равные и полноценные возможности для развития, у нас действует платформа мобильного обучения «РЕКОРД mobile». На ней есть курсы по разным тематикам, и каждый может выбрать для себя то, что сейчас наиболее актуально, составить свой обучающий трек. Есть своя корпоративная социальная сеть «РОСАТОМ LIFE», она дает нашим сотрудникам возможность создавать профессиональные сообщества, обсуждать актуальные темы, узнавать важные новости. Эти и другие сервисы помогают персоналу адаптироваться быстрее и использовать новый диапазон преимуществ, среди которых скорость и возможность выбора.

Проблема адаптации относится не к новым условиям, а скорее к внутренним установкам человека и его способности воспринимать изменения, его внутренней настройке на новое и готовности развиваться. Мы не можем заставить человека быть

— Расскажите об основных программах развития цифровых компетенций, которые вы предлагаете.

— Наши программы непосредственно связаны с поддержкой бизнеса и Единой цифровой стратегией. Задача — создать условия, чтобы реализация стратегии была обеспечена сотрудниками, имеющими необходимые компетенции. Соответственно, в нашем портфеле есть программы для разных категорий и уровней сотрудников. Выделю основные категории: руководители по цифровизации в наших дивизионах и бизнесах; руководители промышленных производств; сотрудники, которые занимаются продуктовой разработкой; IT-специалисты, которые поддерживают процессы импортозамещения. Вместе с тем, основная масса потребности в наших курсах приходится на сотрудников, которые не занимаются непосредственно созданием и внедрением цифровых технологий и продуктов, а являются пользователями

уже внедренных решений. В чем-то им приходится сложнее, так как они не участвовали в этом процессе с самого начала и им надо адаптироваться к новому. Для них разработана программа повышения цифровой грамотности, которая включает онлайн-курсы по каждой сквозной цифровой технологии, где простым языком рассказывается, как это работает, даются примеры, интерактивные задания. В 2021 году такую программу у нас прошли более 50 000 человек.

«В сфере внутренней цифровизации мы работаем над повышением эффективности деятельности деятельности корпорации. Более широкая задача — создание коммерческих цифровых продуктов для открытого рынка. А самая масштабная цель — поддержка цифровизации Российской Федерации. Здесь наша аудитория — вся страна»

— Чем шире цифровизация, тем острее встает проблема информационной безопасности на каждом рабочем месте. Есть ли специальные программы, обучающие приемам защиты информации?

— Безопасность — сложное и многогранное понятие. Начну с того, что безопасность — это одна из ключевых ценностей и наивысший приоритет Росатома. И это касается не только физической, но и информационной безопасности. Согласно данным международных исследований, около 70% атак становятся успешными благодаря действию или бездействию конкретного человека на своем рабочем месте, свыше 60% сложных целевых атак на организацию начинались с фишингового письма. Цифры варьируются год от года, но всегда примерно в этом диапазоне.

К обучению и развитию наших сотрудников в вопросах информационной безопасности мы подходим комплексно. Во-первых, у нас есть программы именно для специалистов по защите информации — в Росатоме реализуется целый ряд специальных программ, сертифицированных ФСТЭК и другими регуляторами. Во-вторых, есть программы для всего остального персонала, ведь каждый сотрудник является обладателем какой-либо информации, которая тоже может стать как целью атаки злоумышленников,

>50 000 человек

прошли программу повышения цифровой грамотности в 2021 году

>132 000 курсов

по цифровой грамотности пройдены сотрудниками отрасли в 2019–2021 годах

>30 000 студентов

были охвачены мероприятиями цифрового HR-бренда Корпоративной Академии Росатома в 2021 году

~1 млн студентов

были вовлечены в различные интернет-активности (карьерные публикации, интеграции в медиа и пр.) в 2021 году

80 %

программ Корпоративная Академия проводит в онлайн-формате в настоящее время

8 призовых мест

по цифровым компетенциям заняли сотрудники Росатома на чемпионатах WorldSkills и DigitalSkills

1540 руководителей

прошли обучение на программах развития цифровых компетенций, организованных Корпоративной Академией Росатома

так и инструментом в их руках. У нас есть программы по культуре информационной безопасности, которые помогают сформировать верное отношение к правилам, разъяснить последствия неверных действий, рассказать о том, как надо действовать и вести себя, чтобы уменьшить угрозы. Конечно, участники этих программ получают информацию и об аспектах информационной безопасности, которые полезны в повседневной жизни. Ведь культура — это не только следование правилам на работе, но и принятие и трансляция их в ежедневной практике.

— Дают ли сегодня вузы необходимые цифровые компетенции или вчерашних выпускников нужно доучивать и переучивать?

— Вузы дают хорошую базу знаний для того, чтобы выпускник был успешен в выполнении производственных задач, но необходима адаптация. Я не могу назвать это доучиванием или переучиванием, скорее — необходимой подготовкой к выполнению реальных задач. У каждой компании они свои, поэтому партнерство вузов и предприятий уже на ранних этапах обучения студента сильно повышает его будущую конкурентоспособность, а предприятиям дает возможность получить специалиста своей мечты.

Работа со студентами — одно из наших ключевых направлений. Для студентов мы организуем цифровые треки в рамках федеральных и отраслевых проектов, хакатоны, мастер-классы. Мы создаем с нашими университетами-партнерами совместные

цифровые пространства, где студенты могут через практику освоить функционал, который нам необходим, изучить особенности программного обеспечения и информационных систем, внедриться в решение проектных задач. Мы привлекаем студентов в наши кейс-лаборатории, лучшие студенты могут пройти стажировки и производственные практики на наших предприятиях. В это время они получают интенсивы по востребованным темам (1С, SAP, Java, Web, Data Science, информационная безопасность, тестирование и прочим). По итогам прохождения таких стажировок и практик принимается решение о предложении постоянного контракта.

В этом году нашими мероприятиями было охвачено более 30 000 студентов, а еще около 1 млн студентов мы вовлекли в интернет-активности (карьерные публикации, интеграции в медиа и прочие). Все это помогает студентам сделать осознанный выбор, а нам обрести сотрудников, знакомых с нашими процессами и технологиями.

— С началом пандемии Корпоративная Академия проделала колоссальную работу: в очень сжатые сроки были созданы новые продукты и обучение массово перешло в онлайн. Не страдает ли качество обучения при дистанционном формате?

— Сейчас соотношение офлайн- и онлайн-форматов у нас 20 на 80, это связано с пандемией. Это соотношение, конечно, изменится после отмены действующих жестких ограничений по очным мероприятиям, однако мы не планируем полностью возвращаться к допандемийному состоянию. Онлайн дает свои преимущества в обучении: скорость, доступность, стоимость. В то же время удерживать аудиторию в онлайн-формате сложнее, тут мало харизмы и обаяния тренера, а конкурентов за внимание аудитории значительно больше: почта, рабочие задачи, мессенджеры и даже игры. Попытка просто перенести программы из офлайна в онлайн-формат обречена на провал. Поэтому разработчики и тренеры перерабатывают программы, включая значительно большее количество практики, более частую смену «картинки» и активностей, ищут наиболее эффективный способ включения конкретной группы в работу.

Важно найти оптимальное соотношение синхронной (с тренером) и асинхронной (без тренера) части обучения. И это соотношение не универсально, а зависит от того, насколько сотрудники умеют учиться и берут ли они на себя ответственность за собственное обучение и развитие. Если говорить об оптимальной продолжительности онлайн-встреч с тренером, мы путем экспериментов пришли к тому, что максимальная продолжительность, не вызывающая заметного снижения эффективности, — это 3 часа, но лучше оставаться в рамках 1–2 часа.

— Нет ли опасений, что через некоторое время дистанционные форматы работы и обучения приведут к сбоям в управлении? Какие новые

На рисунке

Обучение в Росатоме в поддержку Единой цифровой стратегии



Новые контексты работы руководителя

1. В первую очередь, меняются требования к управлению коммуникациями. Цифровизация демократизирует информацию. Все имеют равный доступ к знаниям. Это уже не привилегия руководителя. Существует меньшая иерархическая дистанция между руководителями и подчиненными. Руководители все чаще имеют дело с хорошо информированными, более образованными сотрудниками в поле их зрения, которые требуют делегирования задач. Информация у них под рукой, они не рассматривают информацию как источник власти.

2. В связи с неудержимым развитием обмена информацией растет необходимость быстрых и прозрачных коммуникаций «сверху-вниз», ускорение централизованного инфосигнала. Роль руководителя меняется от транслятора к управленцу цифровыми средствами коммуникаций.

3. Меняются условия взаимодействия с командой. Все чаще руководители должны управлять распределенными и удаленными командами. Остро встает вопрос, как в этих условиях развивать доверие, вовлеченность и удовлетворенность участников команд. Это требует новых инструментов и новых подходов.

4. Руководители сталкиваются с многочисленными проектами, требующими управления изменениями. Управление изменениями в их работе не новая тема. Но она переосмысливается в силу необходимости владения инструментами быстрого донесения смыслов и перестройки работы команды.

5. В фокусе — клиентоцентричная модель и умение руководителя создавать продукт, встраивая потребность клиента во всю цепочку его создания.

«Мы предлагаем нашему будущему сотруднику возможность решать высокотехнологичные задачи, влиять на развитие цифровой экономики в России и создавать лучшие технологические решения, которые могут конкурировать на международном рынке»

компетенции требуются управленцам, чтобы справляться с этими вызовами?

— Цифровые технологии — всего лишь инструмент. Им надо уметь пользоваться, и от человека зависит, благо это или зло. Я верю, что дистанционные формы занятости, совещаний, обучения дают больше преимуществ, чем мы пока можем осознать. Но я согласна с постановкой вопроса об управленцах. Именно на руководителях лежит основная ответственность за правильное применение новых форматов работы.

В прошлом году мы глубоко исследовали ряд вопросов, связанных с новыми контекстами работы руководителя. Наша гипотеза: цифровизация — это нечто большее, чем технологическая тенденция, и она прямо или косвенно меняет основы лидерства. Мы провели исследование бенчмарков релевантных российских и зарубежных компаний, серию интервью с лидерами цифровизации и производства, ряд наблюдений за текущими условиями их работы как руководителей. Вопросы, которые мы поднимали: «Изменяет ли цифровизация сами требования к лидерам?», «Как эти изменения сказываются на контексте работы лидера?». Мы почерпнули ряд ценных идей, которые положили в основу модели руководителя по цифровизации.

— Какие цифровые профессии сейчас наиболее востребованы в Росатоме? Как отрасль может конкурировать с IT-гигантами за специалистов?

— Ключевая потребность сейчас в разработчиках (WEB-сервисы, JAVA, JavaScript, C#, RPA, 1С, SAP) и аналитиках (Data science, бизнес-анализ, системный анализ, продуктовый анализ, машинное обучение, техническая документация). Есть у нас дефицит в специалистах IT-поддержки (1-я и 2-я линии, локальная поддержка). Требуются специалисты по управлению IT-проектами, автоматизации IT-инфраструктуры, разметке геоданных, тестированию, Devops, а также UX/UI-дизайнеры. Как видите, потребности большие.

Вместе с тем мы не оцениваем наш путь как конкуренцию с IT-гигантами, скорее мы предоставляем нашим кандидатам уникальное предложение. Мы не похожи на IT-гигантов, а они на нас — по специфике, задачам и масштабам деятельности. Мы предлагаем нашему будущему сотруднику возможность решать высокотехнологичные задачи, влиять на развитие цифровой экономики в России и создавать лучшие технологические решения, которые могут конкурировать на международном рынке. Мы даем возможность развиваться в том направлении бизнеса, который интересен сотруднику: инжиниринге, электроэнергетике, производстве топлива, машиностроении, науке и других, а также перемещаться внутри отрасли. В этом наша специфика, и вряд ли такое предложение может сделать какая-то другая компания.



Неочевидные стороны Индустрии 4.0

О плюсах и минусах цифровой революции рассуждают эксперты ИЦАЭ

Тема четвертой промышленной революции в разных аспектах — одна из самых обсуждаемых на мероприятиях Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ). Посетители лекций, научно-популярных ток-шоу и событий проекта «ИЦАЭ OPEN» все чаще задают спикерам вопросы, касающиеся Индустрии 4.0. Мы

живем в эпохе «цифрового будущего», но все ли к ней готовы? Что уже стало частью обычной жизни, а какие технологии до сих пор воспринимаются как фантастические? О перспективах и рисках, мифах и реальности Индустрии 4.0 специально для «Вестника атомпрома» рассказывают эксперты сети ИЦАЭ.



Руслан Юсуфов, основатель и управляющий партнер компании MINDSMITH, эксперт в области технологических трендов и информационной безопасности

Цифровая трансформация и общество: взгляд футуролога

Количество изменений на единицу времени увеличивается, и наш сегодняшний мир можно охарактеризовать как VUCA: нестабильный (volatility), неопределенный (uncertainty), сложный (complexity), неоднозначный (ambiguity). Так, за два года пандемии пятнадцатиминутная доставка стала стандартом, а компаниям пришлось полностью перестроить свои логистические процессы. И тот, кто не способен доставить заказ за 15 минут, теряет конкурентоспособность на рынке. А тренд на гиперкастомизацию, в свою очередь, приведет к переводу производства прямо на склад, потому что потребителю некогда ждать.

Сам термин «цифровая трансформация» с нами уже не первый год, но у нас больше нет времени на подготовку. Сегодняшние изменения способны стереть с карты не только отдельные компании, но и целые индустрии. Как в случае с вышеописанным — с приходом в нашу жизнь доставки магазинов возле дома могут исчезнуть вовсе, потому что ими перестанут пользоваться.

Наши технологические, потребительские, организационные и регуляторные изменения развиваются с разной скоростью. Например, когда Марк Цукерберг анонсирует создание Meta и производство очков виртуальной реальности, а вслед за ним и Сбер говорит о планах по запуску своей метавселенной, это значит, что в ближайшие годы может наступить настоящий киберпанк. И у каждого будет цифровой аватар, мы будем не только виртуально взаимодействовать — мы начнем жить в виртуальном мире, и многие аспекты того, как мы общаемся, любим, учимся, работаем и развлекаемся, приведут нас в метавселенные.

Мы начнем владеть цифровыми активами и покупать цифровые товары в цифровых магазинах. И вслед за этим неизбежно придут риски злоупотребления со стороны преступников, мошенников и хакеров. Сейчас множество рисков, связанных с обратной стороной цифровой трансформации, уже насущны, но при этом мы как общество все еще неэффективно с ними боремся. Это касается и телефонного мошенничества, и кибербуллинга, и незаконного доступа к информации. Просто представьте, что вы пришли в полицию

и сказали, что у вас угнали аккаунт Facebook.

Сегодняшние риски, которые связаны с быстрым переходом общества в цифровой мир, недостаточно отработаны с точки зрения защиты прав и интересов граждан. И в ближайшем будущем к числу наших прав и интересов будет относиться, например, защита нашей виртуальной недвижимости. Это поднимает множество новых вопросов: разрешение споров между цифровыми аватарами, наследование цифровых активов... Что делать, если один цифровой аватар украдет у другого цифровую шляпу?

Для регулирования таких вопросов требуется реакция как со стороны законодателей, так и со стороны всех специалистов, вовлеченных во взаимодействие между физическими и юридическими лицами: юристов, адвокатов, судей и правоохранителей.

Получается, что мы живем в нескольких параллельных реальностях, которые находятся на разных стадиях зрелости. На технологическом и пользовательском уровне мы продвинулись очень далеко, и феномены цифрового мира быстро находят распространение в массах. При этом цифровая трансформация общества происходит с определенным разрывом. Из-за того, что некоторые участники процесса находятся в позиции догоняющих, внедрение любой технологии ставит вопросы о рисках и угрозах, о дополнительной квалификации вовлеченных людей и институтов. Все традиционные институты, которые должны поддерживать человеческие взаимоотношения, становятся неактуальными в новой реальности.

С другой стороны, вместе со строительством метавселенных на рынке появятся новые специализации. Например, юристу уже сейчас стоит задуматься о том, как стать уникальным экспертом по регулированию цифровых конфликтов, чтобы привести в «Дикий Запад» цифрового мира баланс. Открывается новая страница истории, и вместе с этим должны появиться новые правила, поэтому ключевой навык современного человека касается того, что нужно уметь слышать, слушать, развивать взаимоотношения и партнерства, чтобы сохранять и выстраивать гармонию в VUCA-мире.



Артем Оганов, кристаллограф, химик, профессор Сколтеха, доктор физико-математических наук, член Европейской Академии, действительный член (Fellow) Королевского химического общества и Американского физического общества

«Лучше один раз сделать, чем сто раз увидеть или услышать»

Предсказание новых материалов стало возможным благодаря созданию новых вычислительных методов. В упрощенном виде (с использованием межкомнатных потенциалов) задачи вычисления свойств материала для заданной кристаллической структуры широко решались еще в 1970-е годы, а с использованием квантово-механических методов — с 1990-х годов.

Но решение обратной задачи, когда задаются свойства и нужно найти состав и структуру вещества, имеющего такие свойства, считалось невозможным, потому что перебрать все возможные химические составы и кристаллические структуры никак нельзя, их число астрономически велико.

«Дверь» в дизайн наноматериалов открылась после 2010 года, и это стало принципиально возможным благодаря росту вычислительных мощностей, но в первую очередь благодаря специальным алгоритмам (в значительной степени — благодаря алгоритмам, разработанным мной и моими учениками). Без алгоритмов никакие вычислительные мощности не способны решить задачи подобного уровня.

Если же сочетать эти методы с методами машинного обучения, то можно еще сократить время расчета на два-три порядка. Это, в сущности, разница в производительности между обычным компьютером и мощным вычислительным кластером. Машинное обучение позволяет избавиться от сложных и дорогостоящих квантовомеханических расчетов ценой очень небольшой погрешности, порядка нескольких миллиэлектронвольт на атом. Ускорение на несколько порядков не только экономит ресурсы, но и позволяет решать качественно более сложные задачи.

Компьютерный дизайн нового материала — это революция в нашей области, но это только начало пути. Предсказанный материал еще нужно довести до ума — научиться синтезировать и обрабатывать, всесторонне изучить его свойства, а это требует времени.

В качестве примера приведу работу моего ученика Ивана Круглова. Он сейчас работает в Росатоме и вместе с коллегами занимается разработкой модели машинного обучения для предсказания

радиационной стойкости стали. Это поможет в разработке новых сталей для атомных реакторов.

Помимо предсказания новых материалов, встречается и обратная ситуация, когда компьютерное моделирование позволяет понять, что существование материалов с требуемыми свойствами невозможно, и в результате экономятся время, силы и деньги. Так, например, мы теоретически показали, что в принципе невозможно существование кристаллических материалов тверже алмаза и его гексагонального полимера, лондсейлита.

Теория будет играть все более важную роль в материаловедении, но я придерживаюсь принципа, что лучше один раз сделать, чем сто раз увидеть или услышать, и это говорю я, химик-теоретик, занимающийся компьютерным моделированием. Нельзя воспринимать мир только ушами, когда вам пересказывают учебник, обязательно нужно что-то делать своими руками. Поэтому я организовал для своих детей на даче небольшую лабораторию. Я хочу научить своих детей всему, что знаю и умею, — и прежде всего научить их думать. Начали мы с истории (в этом нам помогли книги и фильмы), история потянула за собой географию (тут нам помогли глобус и карты) и химию (а как иначе объяснить процесс выплавки бронзы, изготовления стекла и фарфора, искусственного шелка и т. д.?). За химией сейчас подтягиваются физика и математика... У нас есть химическое оборудование, реактивы, доска с мелом, микроскопы, телескоп.

Как это связано? Например, рассказывая о финикийцах, я упомянул, что они ориентировались по звездам и смогли обогнуть Африку. Они же научились делать стекло, а это удивительная технология для их времени. И мы вполне можем самостоятельно выплавить стекло в своей маленькой лаборатории. Можем, как и финикийцы, делать разноцветные стекла — а дальше объяснить цвет с позиций физики и химии. В нашей лаборатории мы делаем много другого — например получаем разные вещества, выращиваем кристаллы самых разных веществ (в том числе металлов висмута, галлия, меди, олова, свинца). Делали и порох, и искусственный шелк, и многое другое. И впереди еще много нового.



Владимир Пахомов, главный редактор портала «Грамота.ру», кандидат филологических наук, научный сотрудник Института русского языка им. В. В. Виноградова РАН

Интернет-коммуникация как столкновение разных речевых культур

Развитие современных технологий приводит к тому, что в языке начали шататься, а может быть, даже и рушиться вроде бы прочные этикетные нормы. Мы все сейчас, благодаря смартфонам, другим гаджетам, мессенджерам и социальным сетям, встретились в пространстве онлайн-коммуникации и постоянно друг с другом общаемся, мы все время на связи. И в этой коммуникации встречаются люди разных возрастов и носители разных культур общения — и люди старшего возраста, для которых естественно и привычно обращение по имени-отчеству, и молодые люди, для которых такое обращение — показатель дистанции или подобирастия и для которых совершенно нормально обращаться к собеседнику по имени, что совершенно непредставимо для представителей старшего поколения. Это во-первых.

Во-вторых, для многих непонятно, как обращаться: на «ты» или на «Вы». Неясно, что может играть важную роль — возраст, социальная дистанция, отношения «подчиненный — руководитель», потому что во многих современных компаниях, особенно ориентированных на Запад, даже между работодателем и работником культивируется обращение на «ты» и по имени.

При этом в академической среде по-прежнему нормально и естественно обращаться по имени-отчеству, добавляя к обращению даже не «уважаемый», а «глубокоуважаемый». Например, когда я пишу директору Института русского языка, я пишу

«глубокоуважаемый Федор Борисович», и только такое обращение считается нормативным. В другой ситуации общения я сам могу настаивать, чтобы ко мне обращались по имени, потому что мне обращение по имени-отчеству не очень приятно.

Как будет дальше развиваться эта коммуникация? Здесь нет общепринятых норм, и мы все вынуждены как-то выкручиваться, учитывая то, с кем и как мы общаемся. Если вы пишете ученому почтенного возраста, который хорошо помнит эпистолярные нормы прошлого, то он обычное «Здравствуйте!» может воспринять как оскорбление. Гораздо более приемлемой формой будет употребление прилагательных «уважаемый», «глубокоуважаемый», а через некоторое время общения можно использовать «дорогой». Но кто-то, не относящийся к академической среде, может воспринять слово «дорогой» чуть ли не как подкат, особенно если общение происходит между людьми разного пола и примерно одинакового возраста. При этом обращение с использованием прилагательного «дорогой» — это часть русской эпистолярной культуры, о которой мы сейчас, к сожалению, начинаем забывать.

Сейчас одно из интереснейших направлений исследований — как меняется речевая культура, как трансформируются культура общения и этикетные формулы из-за того, что в онлайн-пространстве столкнулись носители языка разных поколений с разной культурой общения.

В команде «Тотального диктанта» случилась показательная коммуникативная неудача несколько лет назад. Довольно известного писателя почтенного возраста захотели пригласить на одну из московских площадок, чтобы он прочитал текст «Тотального диктанта». А позвонила ему девушка, не владеющая тонкостями этикетной речевой культуры. Услышав обращение по имени, он бросил трубку. Она подумала, что прервалась связь, перезвонила и снова обратилась просто по имени, без отчества. Писатель снова бросил трубку, предварительно высказав свое возмущение по поводу фамильярности звонившей.

Видимо, таких неудач в будущем будет довольно много, пока мы не договоримся, как мы в этих изменившихся условиях будем друг с другом общаться.



Текст: Екатерина Тихонова
 Фото: Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»



В фокусе времени

Как государство и научное сообщество поддерживают молодых исследователей

Подводя итоги Года науки, мы говорим о ее будущем — о молодых ученых. О создании комфортной для молодежи научной среды и инструментах государственной поддержки рассказывает кандидат физико-математических наук, и.о. руководителя Курчатовского комплекса синхротронно-нейтронных исследований НИЦ «Курчатовский институт», председатель Координационного совета по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета при президенте РФ по науке и образованию Никита Марченков.

— Как бы вы могли охарактеризовать сегодняшнюю ситуацию в науке?

— Сегодня в научно-технической области происходят тектонические изменения. Развитие сферы науки и технологий активно поддерживается на государственном уровне. Запущен целый комплекс инструментов по повышению привлекательности

научно-исследовательской среды. О том, что эти меры работают, свидетельствует и статистика: на начало 2020 года в России процент молодых ученых до 39 лет составил 44,2% — это почти двукратный рост за 20 лет. За последние 10 лет вдвое увеличился процент родителей, которые одобряют решение своих детей связать жизнь с научно-исследовательской деятельностью, а каждый десятый студент сегодня намерен остаться в науке после окончания вуза.

— То есть родители больше не говорят своим детям, что наука — это утопия и в этой области невозможно достичь карьерных высот?

— Да, этот стереотип в обществе рушится. Все чаще мы видим показательные примеры успешных молодых исследователей, деятельность которых поддерживается руководством страны и российским научным сообществом.

Так, в рамках объявленного президентом Года науки и технологий реализуется серия специальных мероприятий, направленных на улучшение имиджа

российской науки. Например, АНО «Национальные приоритеты» при экспертной поддержке нашего Совета запускает в регионах России серию рекламных билбордов «Наука рядом» с изображениями молодых ученых и описанием их достижений, чтобы жители разных субъектов нашей страны больше узнали о своих земляках. Также планируется запустить тематический поезд в Московском метрополитене с фотографиями исследователей и рассказами о том, какие научные направления они развивают. Все это позволит показать широкой общественности, насколько многогранна, интересна и значима научная сфера. Это одна из приоритетных задач Совета.

— Расскажите о деятельности Координационного совета, который вы возглавляете.

— Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сферах был организован более 13 лет назад как консультативный орган Совета при президенте РФ по науке и образованию, чтобы обеспечить взаимодействие Совета с молодыми учеными и преподавателями, а также с молодежными объединениями и организациями.

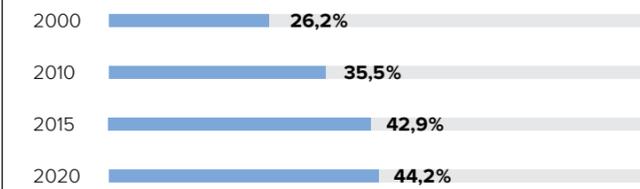
В 90-е годы в стране возникла непростая ситуация с вовлечением в науку новых кадров, произошел разрыв поколений. Сегодня государство предпринимает максимум усилий, чтобы повышать устойчивость научной среды и обеспечивать приток в нее квалифицированных молодых ученых.

В работе Координационного совета есть ряд приоритетных задач. Во-первых, мы доносим информацию о государственных инициативах в научной сфере до молодых ученых, чтобы они понимали, какими ресурсами по развитию своей деятельности обладают. Во-вторых, мы хотим получать обратную связь: понимать, что волнует молодых ученых и с какими системными проблемами они сталкиваются. Наша задача — аккумулировать эту информацию и представлять ее на самом высоком уровне, чтобы государство решало эти вопросы. Третья задача — координация работы научной молодежи. Сегодня в периметре нашей деятельности более тысячи научных молодежных сообществ практически из всех субъектов России. Крайне важно выстроить эффективное горизонтальное взаимодействие между ними, чтобы в дальнейшем эта синергия переросла в единое национальное научное сообщество для решения самых амбициозных задач российской науки.

— Кто входит в состав Совета?

— Координационный совет состоит из 55 молодых представителей различных сфер и научных областей — научных центров, организаций высшего образования, ведомств. В нашем составе представители не только организаций, подведомственных Минобрнауки, но и учреждений ФМБА, Роспотребнадзора, МВД, Минздрава, а также реального сектора экономики (Сбербанк, АО «ОХК «УРАЛХИМ»). Это очень важно. На февральском заседании Совета при президенте по науке и образованию Владимир Путин назвал такой

Доля молодых ученых (до 39 лет) в России



командный подход максимально эффективным и действенным.

Следуя принципу объединения, мы ежегодно проводим Всероссийский съезд Советов молодых ученых, который принимает на своей площадке до тысячи участников. В последние годы съезды проходят на региональных площадках — в Петербурге, Сочи, Перми, Крыму. Это позволило привлечь еще больше внимания к деятельности съезда и поднять активность научной молодежи в регионах. Такие встречи стали рабочим инструментом для сбора лучших практик российских научных молодежных сообществ и их тиражирования в регионах. И это именно тот опыт, который демонстрирует молодым ученым возможности для представления себя и своих проектов.

— Живые встречи — это прекрасный инструмент рабочих взаимодействий, но ведь сейчас приходится в основном развивать онлайн-коммуникации.

— Мы работаем в этом направлении уже не первый год. Еще в 2016 году мы запустили информационно-коммуникационную платформу SCIENCE ID (scienceid.net), где сейчас зарегистрировано более 16 000 исследователей. Если учесть, что в России сегодня насчитывается около 160 000 молодых ученых, то становится очевидно: наш ресурс достаточно востребован в молодежной научной среде.

SCIENCE ID — это рабочая площадка для проведения online-мероприятий, что особенно актуально во время пандемии. На платформе уже проведено свыше 2000 научных конференций. Также есть отдельный портал с вакансиями, где размещено 7000 предложений о работе в научно-исследовательском секторе. Работает онлайн-гид по существующим мерам грантовой поддержки молодых ученых. Любой пользователь ресурса, введя свои наукометрические показатели, возраст и наличие научной степени, получит перечень доступных ему инструментов государственной поддержки. Одним из нововведений платформы стал технический сервис определения профессиональных компетенций. Пользователи SCIENCE ID смогут оценить свои компетенции и сопоставить их с запросами потенциальных работодателей.

В 2020 году на SCIENCE ID был запущен еще один уникальный сервис: «Президент, у меня идея!». Это единое цифровое окно, через которое каждый молодой

исследователь может подать на рассмотрение свои идеи, а также озвучить проблемы, которые возникли у него в ходе реализации научных проектов.

Эти инициативы легли в основу программы мониторинга комфортности научной среды для молодежи. Ежегодно мы проводим опросы об удовлетворенности текущим положением дел в научной сфере, выявляем реальные проблемы, ближе узнаем свою аудиторию. Так, мы обнаружили острую проблему с закупкой реактивов и вынесли ее решение на уровень Совета Федерации. В ходе проработки удалось внести соответствующие изменения в законодательство и ускорить процедуру закупки. В результате срок доставки реактивов сократился на 20–40 дней.

«Сегодня государство предпринимает максимум усилий, чтобы повышать устойчивость научной среды и обеспечивать приток в нее квалифицированных молодых ученых»

Мониторинг комфортности среды позволил также выявить проблему недостаточной осведомленности ученых о тонкостях использования своих прав. Например, мы разъяснили нашим коллегам, что кандидаты наук могут начать пользоваться положенными социальными льготами для кандидатов и докторов наук с момента выхода приказа о присвоении им степени, что происходит за несколько месяцев до получения соответствующего диплома. Деталь, но какая существенная!

— **Лидерский потенциал и умение презентовать свою идею — важные навыки современного ученого. Как вы помогаете развивать такие компетенции?**

— Для определения лидеров в научно-технологической среде применяется комплексный подход. В 2008 году была учреждена премия президента России в области науки и инноваций для молодых ученых. Ежегодно выбираются три лауреата премии, которые получают по 5 млн рублей на реализацию своих проектов. Задача Координационного совета заключается в двухэтапной экспертизе заявок участников по девяти научным областям. Также мы рассказываем молодым исследователям о правилах и сроках подачи заявки на участие.

Координационный Совет был одним из ключевых организаторов Года науки и технологий. В федеральный план, утвержденный Правительством РФ, вошел, например, конкурс «Лидеры России». В 2020 году в рамках этого конкурса Координационный совет инициировал создание специализированного трека

«Наука». К нам также присоединились коллеги с треками «Здравоохранение» и «Финансы». На участие в научном треке было подано 22 000 заявок, из которых мы отобрали 100 финалистов. Победителями стали 30 участников, 20 из которых сегодня занимают руководящие должности. Сейчас завершился второй сезон: «Лидеры России — 2021». Для победителей трека мы подготовим специальную образовательную программу, с помощью которой они получат необходимые управленческие компетенции.

Еще одним мероприятием федерального плана стал проект «На острие науки». Когда мы только обсуждали концепцию Года науки и технологий, то пришли к выводу, что ключевой целевой аудиторией мероприятий года должны стать школьники и студенты младших курсов — потенциальные будущие исследователи и инноваторы. В команду лекторов проекта вошли признанные во всем мире исследователи, которые в рамках специально запущенной по инициативе президента РФ программы международного сотрудничества (так называемой программы мегагрантов) приехали в Россию из-за рубежа и открыли здесь свои научные лаборатории. Кроме того, лекции «На острие науки» читают молодые, но уже состоявшиеся ученые — получатели грантов президентской программы Российского научного фонда и лауреаты премии президента для молодых ученых.

Год науки и технологий был разделен на тематические месяцы по различным областям научных знаний. В рамках каждого тематического месяца мы проводили лекции и транслировали их в сети Интернет — в общей сложности 57 лекций в 15 городах страны. Количество онлайн-просмотров этих лекций составило 5 982 214, то есть в среднем 104 951 просмотр каждой лекции.

— **Как чувствуют себя ученые — участники проекта «На острие науки» в новой для себя роли лекторов?**

— Безусловно, им интересно рассказывать о себе и своих проектах. Мы очень долго обсуждали с ними формат лектория. Сначала хотели записать все в красивой студии, так как не везде в регионах можно организовать качественную трансляцию. Но потом сошлись на том, что для проекта важно сохранить формат живого общения аудитории со спикером. Видеозаписи всех лекций можно найти на нашем сайте naostrienuki.ru. Помимо лектория мы организовываем экскурсии в лаборатории исследователей. Это совершенно иной мир, очень интересный для нашей аудитории. Мы провели 28 таких экскурсий в 16 городах.

Также запущен проект «Ученые — в школы». Молодые исследователи проводят лекции в школах, в которых учились, встречаются с детьми, рассказывают о том, как они пришли в науку, чем занимаются, о возможностях профессионального развития. В сентябре совместно с организаторами фестиваля NAUKA 0+ мы расширили границы этого проекта до всероссийского уровня. На конец ноября было опубликовано уже 302 лекции, которые прошли в 63 городах. На сайте проекта разработан функционал для ученых, желающих

присоединиться к акции и выступить в одной из школ России.

— **Обладают ли молодые ученые необходимой в современных условиях деловой хваткой?**

— Научно-исследовательская деятельность в последние годы кардинально трансформировалась. Сегодня помимо классических профессиональных навыков молодым исследователям необходимо уметь продавать свои проекты инвесторам. Современный исследователь должен быть грамотным менеджером своего проекта или иметь в команде такого менеджера. Сегодня в России насчитывается не один десяток таких научных коллективов.

Как отметил в одном из своих выступлений президент Курчатовского института Михаил Ковальчук, важно разделять научные организации по целям, которые они преследуют в своей работе. Отталкиваясь от этого, можно выработать адекватные подходы к оценке эффективности соответствующих научных коллективов и грамотную стратегию их финансирования. Например, эффективность организаций, занимающихся фундаментальной наукой, определяется количеством научных публикаций. Финансирование их деятельности, как правило, осуществляется на основании гранта от государственного фонда.

Источником финансирования организаций, ориентированных на прикладные исследования, выступает рынок. Если на рынке нет спроса, то и такие организации не нужны реальному сектору экономики. Доля внебюджетных средств финансирования в России достаточно низка по сравнению с мировыми показателями. За рубежом соотношение бюджетных и внебюджетных инвестиций в науку составляет 30 к 70%, в Израиле — 10 к 90%. В нашей стране доля бюджетных средств — 70% в противовес к 30% внебюджетных инвестиций.

Существуют и организации, реализующие крупные государственные заказы. Например, Курчатовский институт, где я работаю, занимается созданием установок класса «мегасайенс», ядерной медициной и рядом других масштабных проектов.

То есть мы видим, что научная сфера имеет достаточно сложную и разветвленную структуру. Осуществляя экспертизу заявок на премию президента для молодых ученых, мы из года в год наблюдаем процесс усиления междисциплинарной синергии и усложнения системы получения новых знаний. Поэтому важно понимать, что прорывные разработки рождаются на стыке наук и требуют особого внимания в части комплексной экспертизы проектов, продуманной системы оценки их эффективности и дальнейшего грамотного финансирования.

— **Есть ли у молодых ученых реальный шанс стать частью команды масштабных научных проектов?**

— Да, конечно. В Курчатовском институте проводится большая работа по вовлечению молодежи

57 лекций

в 15 городах страны прошли в рамках Года науки и технологий. У каждой лекции в среднем 104 951 онлайн-просмотр

28 экскурсий

в лаборатории исследователей было проведено в 16 городах

302 лекции

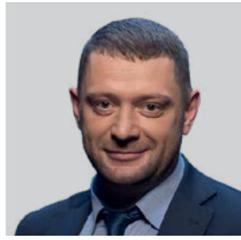
в рамках проекта «Ученые — в школы» прошли в 63 городах (данные на конец ноября, проект продолжается)

в реализацию таких проектов. Также существует целый ряд специализированных кафедр и факультетов на базе ведущих российских вузов: МФТИ, МИФИ, МГУ, СПбГУ и других. Студенты этих вузов приходят к нам на преддипломную практику и остаются научными сотрудниками, работая в аспирантуре института.

— **Массовый отток перспективной молодежи за рубеж — миф или реальность?**

— На этот счет у меня есть показательная история. На Петербургском международном экономическом форуме была сессия, посвященная популяризации науки. На ней мы обсуждали, как с помощью медиапроектов разрушать сформировавшиеся в обществе негативные стереотипы о российской науке. Прозвучал вопрос: правда ли, что ежегодно из России уезжает около 50 000 ученых? На это один из спикеров справедливо ответил: «Если бы это было правдой, то, учитывая, что в России всего около 400 000 исследователей (по данным НИУ ВШЭ на 2020 год.— Прим. ред.), за восемь лет их не осталось бы в России вообще».

Безусловно, в обществе есть такие мифы, а также есть те, кто любит спекулировать на таких темах. Я склонен все же доверять реальной практике и реальным фактам. Изучая вопросы оттока/притока кадров, я понял одну важную вещь: никто не берет во внимание факт обратного притока исследователей в Россию. Возьмем, к примеру, уже упоминавшуюся программу мегагрантов, благодаря которой многие ученые вернулись в Россию — например известный профессор Сколтех, российский кристаллограф-теоретик, химик Артем Оганов. И таких примеров много. Зарубежные стажировки наших молодых исследователей я бы тоже не стал относить к оттоку кадров. Это необходимый опыт для дальнейшей успешной практики наших молодых ученых. А наша задача — создать такие условия для людей науки в России, чтобы им хотелось вернуться в страну и продолжать свои исследования уже в нашей стране, обогатившись лучшим мировым опытом.



Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Разум и природа организаций

Технологии мышления как фундамент способов производства

За фасадом ставшей сверхпопулярной идеологии устойчивого развития находится довольно любопытная технология мышления, разработанная и внедренная в США. Отчасти к ней имел отношение Массачусетский технологический институт, именно там развивались самые современные и продвинутые технологии мышления, которые, по сути, и произвели на свет ряд аналитических продуктов, положивших начало глобальной пересборке принципов управления корпорациями.

В начале 1980-х выделялись два самостоятельных направления системного мышления: интерактивное моделирование Акоффа и системная динамика Форрестера. Рассел Акофф являлся отцом подхода, который назывался «исследование операций» и активно применялся США во время Второй мировой войны, а затем специалисты по исследованиям операций пришли в корпорацию Генри Форда и развили ее до лидерского состояния. В свою очередь, сторонники школы Джея Форрестера подготовили аналитический материал «Пределы роста» для Римского клуба, который и заложил основу для формулирования ЦУР ООН.

Ученик Акоффа Джамшид Гараедаги решил эти два подхода объединить и применить в качестве теории управления организациями. В своей книге «Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами» он применяет системное мышление для анализа природы организаций (компаний) как субъекта предпринимательской деятельности: «Чтобы размышлять о том или ином явлении, нам нужен его образ или понятие. Чтобы размышлять о таком сложном предмете, как организация, необходима модель чего-то похожего, более простого и знакомого». Гараедаги считает, что природа организаций развивается следующим образом.

Неразумные системы: механистическая модель

Согласно возникшему во Франции после эпохи Ренессанса механистическому взгляду на мир, Вселенная представляет собой машину, работающую

в соответствии с правилами, диктуемыми ее внутренней структурой и причинно-следственными законами природы. Такое мировоззрение создало основу для промышленной революции.

На ранних этапах индустриализации машины пришли на смену тысячам сельскохозяйственных рабочих, армия которых стала угрозой для общественного устройства Запада, как пишет Гараедаги, и тогда случилось чудо — возникло гениальное понятие организации. Утверждалось: как сложный трактор состоит из частей, каждая из которых выполняет лишь одну задачу горизонтального, вертикального или вращательного движения, точно так же и организация может быть устроена таким образом, чтобы каждый человек выполнял всего одну простую задачу. Механистический тип организации родился как логическое расширение этой концепции и стал орудием для преобразования большого количества неквалифицированных сельскохозяйственных тружеников в частично квалифицированных промышленных рабочих.

Влияние этого простого взгляда на организацию было столь велико, что за одно поколение были созданы условия для производства товаров и услуг, которые превосходили всю предшествующую совокупную производственную мощь человечества. Сущность механистического способа организации проста и изящна: организация представляет собой неразумную систему — у нее нет своей собственной цели. Это инструмент, чью функцию определяет хозяин; орудие владельца для достижения его цели — получения прибыли.

Системы с одним разумом: биологическая модель

Биологическое мышление — парадигма живых систем — привело к рассмотрению организации как системы с одним разумом. Оно возникло в Германии и Великобритании, затем получило распространение и в Соединенных Штатах. Основные положения и принципы биологической модели организации тоже отличаются простотой и изяществом: организация представляет собой живую систему с единым разумом (в точности как человеческий организм), у которой имеется своя собственная цель. Эта цель, принимая во внимание внутреннюю уязвимость

и неустойчивую структуру открытых систем, заключается в выживании. Чтобы выжить, биологические существа должны расти, так подсказывает здравый смысл. А для этого им следует использовать в своих интересах окружающую среду, что поможет им достичь позитивного метаболизма.

В переводе на язык организации это означает следующее: мерой успеха является рост, единственный и наиважнейший показатель эффективности, а прибыль представляет собой средство для его достижения. Таким образом, в отличие от механистической модели, для которой прибыль является самоцелью, в биологической модели это лишь средство для достижения цели. Логическая взаимосвязь прибыли и роста, рассматриваемого как общественное благо, обеспечивает прибыли столь необходимое общественное оправдание и статус.

Разумная система в целом наделена возможностью выбора, но вот ее части этого свойства лишены. Они функционируют на основе принципов кибернетики как гомеостатическая (поддерживающая внутреннее динамическое равновесие) система, реагируя на информацию подобно терморегулятору. В сущности, красота системы с единым разумом и заключается в том, что ее части порождают ответную реакцию на события окружающей среды в заранее определенном виде. Деятельность системы находится целиком и полностью под управлением одного выполняющего организующую функцию органа — мозга, получающего информацию от множества сенсоров через коммуникационную сеть и выдающего указания, которые и приводят в действие соответствующие части системы.

Считается, что неудовлетворительная работа любой нормальной системы с единым разумом — результат недостаточной информации или помех в каналах связи. Следуя логике, очевидным решением большинства проблем должно стать получение дополнительной информации и улучшение связи. Патернализм лучше всего подходит под основные характеристики системы с единым разумом и порождает могущественные организации. Гигантские корпорации, такие как Ford, Du Pont, General Motors и IBM, многим обязаны своим отцам-основателям.

Мультиразумные системы: социальная модель

Примером мультиразумной системы может послужить социальная организация, которая в данном случае — при социокультурном подходе — рассматривается как добровольный союз целеустремленных членов, самостоятельно определяющих, к чему следует стремиться и какие средства предпочесть для достижения намеченного. Это абсолютно новый тип игры. Поведение системы, элементы которой способны (правомочно) делать выбор, не поддается объяснению с позиций механистической или биологической модели. Социальная система — нечто совершенно иное; она функционирует по своим собственным законам, и осмыслить ее, не учитывая этой особенности, невозможно.

Критическим параметром здесь выступает цель. Согласно Акоффу, объект является целеустремленным, если он может производить: 1) один и тот же результат различными способами в неизменной среде; 2) различные результаты в той же или иной среде. Способность делать выбор — необходимое условие целеустремленности, но отнюдь не достаточное. Объект, который может реагировать по-разному, но при этом позволяет получать в любой среде лишь один и тот же результат, является самонастраивающимся, а не целеустремленным. Будучи целеустремленной системой, организация является частью такого же (целеустремленного), но более крупного целого — общества. В то же время ее собственные члены — целеустремленные индивиды. В результате проявляется иерархия целеустремленных систем из трех отдельных уровней, причем настолько тесно взаимосвязанных между собой, что оптимальное решение невозможно обнаружить на каком-либо одном из них, вне зависимости от двух других. Совместить интересы целеустремленных элементов друг с другом и с целым — вот главная задача системы.

Членов социокультурной организации удерживает вместе одна или несколько общих целей и приемлемые для всех участников способы их достижения; все они имеют корпоративные ценности, лежащие в основе культуры. Культура — цемент, объединяющий их в одно целое.

Система мышления и способ производства

Три системы, по мнению Гараедаги, породили три способа производства.

1. Механистическая система. Это массовое производство, стандартизация рабочих процессов и деталей, общая оптимизация, применение метода исследования операций. Яркий пример — система массового производства Генри Форда.

2. Биологическая модель. Это разнообразие и рост, дивизиональная структура Альфреда Слоуна, гибкость и контроль, система бережливого производства Таичи Оно, кибернетическая модель.

3. Мультиразумная система. Социотехническая модель (Тавистокская школа): в данной модели основной характеристикой организации является зависимость внутригрупповых связей от технологии производства и обратная зависимость производительности от социально-психологических качеств группы. Концепция социотехнических систем была разработана сотрудниками Тавистокского института (Лондон) во главе с Эриком Тристом в результате ряда исследований, проведенных на угледобывающих предприятиях Великобритании. В дальнейшем применение социотехнической модели проектирования работы в Норвежской морской компании, на ряде предприятий General Motors, Procter & Gamble, Volvo, Saab позволило существенно повысить производительность и качество продукции.

