

Connect.
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ



ИТМаш-2024

г. Москва

ПЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

19–20 июня 2024 г.

ИТ-надежды и компромиссы российского машиностроения

19–20 июня 2024 г. в конференц-зале Soluxe Hotel Moscow состоялась V конференция «Информационные технологии в машиностроении» («ИТМаш-2024»), организованная Издательским домом «КОННЕКТ». В мероприятии приняли участие около 400 делегатов, с докладами выступили почти 80 экспертов. В этом году участники «ИТМаш» сосредоточили свое внимание на специфике ИТ-повестки конкретных индустрий машиностроительного комплекса. Начала работу новая секция «Цифровизация в специальном машиностроении». На фоне участвовавших кибератак большое внимание было уделено вопросам обеспечения информационной безопасности. Перспективы цифровой трансформации машиностроительных предприятий в новых макроэкономических условиях изменили отношение к разработкам российских вендоров. Представителей отраслевых ИТ-служб интересуют сроки появления новых версий ИТ-продуктов, при этом к сырым решениям с функциональными компромиссами машиностроители не проявляют энтузиазма.

Интеграция взглядов, концепций и стратегий

Деловая программа конференции в первый день ее работы открылась пленарным заседанием, в роли модератора сессии выступил **председатель правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении» Борис Позднеев**. «Конференция

поможет нам в плане понимания конкретной необходимости интеграции не только систем, но и людей, взглядов, концепций и стратегий. Именно в этом направлении надо сейчас работать и не отставать от остальных стран», – сказал спикер.

Директор департамента цифровых технологий Министерства промышленности и торговли

РФ Владимир Дождев раскрыл суть политики Минпромторга РФ в области цифровой трансформации ключевых отраслей машиностроения, отметив важность оценки эффективности реализации особых проектов первой волны, отобранных отраслевыми ИЦК, и новых форм применения мер государственной поддержки в машиностроительном комплексе.





Борис ПОЗДНЕЕВ,
Ассоциация «Цифровые инновации
в машиностроении»

Все эти инструменты, сформированные к настоящему времени, доступны каждому участнику конференции из числа промышленных предприятий. «Мы призываем ими активно пользоваться. Рассчитываем, безусловно, в этом году на запуск второй волны особо значимых проектов, в рамках которой сможем еще раз посмотреть на приоритеты с точки зрения недостающих в отраслевых ИТ-ландшафтах программных решений и сформулировать проекты по их доработке, развитию, ну а где-то и разработке с нуля», – отметил представитель регулятора.



Владимир ДОЖДЕВ,
Министерство промышленности и торговли РФ

Теме реализации особо значимых проектов посвятил свое выступление **заместитель генерального директора Российского фонда развития информационных технологий Филипп Быков**. По его словам, особо значимые проекты были отобраны и прошли через индустриальные центры компетенции, созданные по поручению Михаила Мишустина. Спикер также рассказал про условия отбора получателей грантов. Порядок отбора регламентирован правилами отбора получателей субсидий, в том числе грантов в форме субсидий, предоставляемых из бюджетной

Рассчитываем в этом году на запуск второй волны особо значимых проектов, в рамках которых мы сможем посмотреть еще раз на приоритеты с точки зрения недостающих в отраслевых ИТ-ландшафтах программных решений.

Владимир Дождєв

системы РФ юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям, а также физическим





Филипп БЫКОВ,
Российский фонд развития
информационных технологий



Эдуард ШАНТАЕВ,
Федеральный центр прикладного
развития искусственного интеллекта



Сергей ГОРБАНЬ,
Росстандарт

Все проекты в настоящее время имеют статус особо значимых. Они все были отобраны и прошли через индустриальные центры компетенции, созданные по поручению Михаила Мишустина.

Филипп Быков

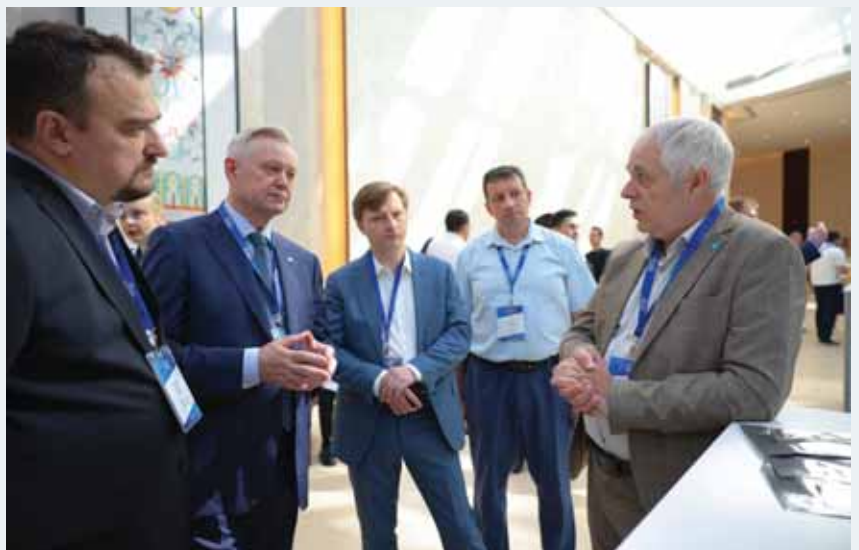
лицам – производителям товаров, работ, услуг. Требования к проекту включают одобрение отраслевым комитетом и/или включение в перечень ОЗП, участие российского юридического лица, не являющегося государственным учреждением, с заявкой на включение в перечень ОЗП проекта, претендующего на государственную финансовую поддержку в форме гранта. Проект должен обладать потенциалом для тиражирования и экспортного развития, а размер гранта может составлять от 10 млн до 6 млрд руб.

О реализации государственной политики по внедрению технологий искусственного интеллекта в машиностроении рассказал **генеральный директор ФГАУ «Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта» Эдуард Шантаев.** Эксперт отметил, что каждое шестое предприятие имеет негативный опыт

внедрения ИИ-решений, а также обозначил ключевые барьеры их внедрения. «Предприятия машиностроения должны найти себе технологического партнера, который мог бы создавать для них электронную компонентную базу с применением ИИ. Рынок сейчас находится на подъеме в этом направлении», – подытожил спикер.

Заместитель начальника отдела стандартизации в секторах промышленности управления стандартизации «Росстандарта» Сергей Горбань рассказал о развитии стандартизации в области цифровизации промышленности. В программу национальной

стандартизации на 2024 г. включено порядка 400 тем разработки документов по стандартизации в области информационных технологий. «Сейчас идут формирование и разработка перспективной программы в области жизненного цикла изделий. Активное участие принимают все заинтересованные стороны: и федеральные органы исполнительной власти, и технические комитеты. Программа будет довольно обширная», – отметил эксперт. Современные вызовы требуют выработки решений, направленных на отдельные задачи цифровизации, совершенствования всей инфраструктуры



Стенд Холдинга Т1



Стенд компании «АвтоМеханика»

среды разработки и дальнейшего применения стандартов.

О промышленном кластере Республики Татарстан и о том, как защитить бизнес в цифровую эпоху, рассказал **руководитель отраслевого комитета Промышленного кластера РТ «Инновации и производительность труда» Дмитрий Мульков**. Вклад Татарстана как одного из самых инвестиционно привлекательных регионов в экономику России трудно переоценить. В промышленном кластере в настоящее время насчитывается примерно 600 компаний с общим оборотом более триллиона рублей. В состав отраслевых комитетов входят представители таких органов, как Министерство промышленности, Министерство экономики Республики Татарстан, Торгово-промышленная палата, Ассоциации предприятий и др.

Вопросам импортоопережения в транспортном машиностроении на примере программного комплекса инженерного анализа посвятил свое выступление **директор Центра компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1 Александр Собачкин**. «Холдинг Т1, используя и свои ресурсы, и меры господдержки, в состоянии сконцентрировать очень мощные ресурсы для создания систем», – поделился докладчик.

Директор по работе с промышленным комплексом ООО «Росатом Цифровые решения» (госкорпорация «Росатом») Всеволод Григорьев представил сценарии комплексных проектов на базе решений корпорации, отметив преимущества технологий, особенности разработки и внедрения инженерного ПО. «Не может работать в отрыве инженерный анализ, не может работать в отрыве инженер-конструктор или инженер-расчетчик без адекватных, актуально действующих, актуально работающих аппаратных мощностей», – сказал докладчик.



Стенд консорциума «РазВИТие»

Предприятия машиностроения должны найти себе некоего технологического партнера, который мог бы создавать под них электронную компонентную базу с применением ИИ.

Эдуард Шантаев

Эксперт также рассказал о внедрении цифровых решений, в частности, о работе, который трудится в выходные дни. Цель этого проекта заключается в загрузке в кадровую систему сведений о работе в выходной день работников предприятий. Результаты показали, что благодаря этой инновации удалось достичь 92% сокращения ручного труда, увеличить скорость процесса на 35% и высвободить шесть сотрудников для выполнения других задач.

О моделировании в среде программного комплекса EULER шла речь в выступлении **генерального директора ООО «АвтоМеханика» Владимира Бойкова**. Программный комплекс EULER создан для анализа работы сложных механических систем, включая кинематику, различные элементы конструкции и системы управления. Использование

Сейчас идет формирование и разработка перспективной программы в области жизненного цикла изделий. Программа будет довольно обширной.

Сергей Горбань

технологии автоматизированного динамического анализа позволяет быстро создавать математические модели движения системы. EULER может применяться в сфере проектирования, отработки, испытаний и научных исследований, обеспечивая информацию о поведении изделий на ранних стадиях проектирования. Наряду с этим он помогает оптимизировать параметры систем, проводить сравнительный анализ вариантов конструкции и оперативно исследовать нештатные ситуации. В настоящее время в области проектирования формируются новый подход и терминология, связанные с цифровыми двойниками изделия. Спикер отметил, что программные комплексы успешно вписываются в эту концепцию, особенно в части анализа функционального изделия, и могут быть использованы на этапах проектирования и эксплуатации изделия.

Витрина продуктов и услуг

Партнерами «ИТМаш-2024» стали холдинг Т1, госкорпорация «Росатом», компания «АвтоМеханика», Консорциум разработчиков инженерного программного обеспечения «РазВИТие», компания ИНТЕРМЕХ, интегратор КЭЛС-центр, компания «Гравитон», разработчик «Национальная платформа», интегратор PROF-IT GROUP, компании «АМТ-ГРУП», InfoWatch, «Аладдин», ГК «Финвал», «K2Тех».

Как и в предыдущие годы, на конференции «Информационные технологии в машиностроении» работала выставка. Эксперты осмотрели экспозицию. На обходе присутствовали **председатель правления ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении» Борис Позднеев, заместитель генерального директора Российского фонда развития информационных технологий Филипп Быков, заместитель начальника отдела стандартизации в секторах промышленности Управления стандартизации «Росстандарта» Сергей Горбань, директор Центра компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1 Александр Собачкин, директор по работе с промышленным комплексом ООО «Росатом Цифровые решения» (госкорпорация «Росатом»)**

Всеволод Григорьев, генеральный директор ООО «АвтоМеханика» Владимир Бойков.

Гости смогли ознакомиться с более чем десятью стендами, на которых были представлены решения по безопасности и защите, анализу работы в сфере машиностроения. Особое внимание привлекли экспозиции холдинга Т1, госкорпорации «Росатом», компании «АвтоМеханика», консорциума разработчиков инженерного программного обеспечения «РазВИТие».

На стенде холдинга Т1 эксперты рассказали, на развитии каких направлений фокусирует свое внимание компания: промышленный инжиниринг и IoT, вычислительные комплексы и хранилища данных, заказная разработка ПО, большие данные, клиентский опыт и AI/ML, облачные сервисы, автоматизация и роботизация бизнес-процессов, информационная безопасность, управление ИТ-инфраструктурой и др. Основанная в 1992 г. компания занимает второе место среди крупнейших ИКТ-компаний по версии RAEX. Т1 предлагает полный пакет ИТ-услуг для реализации масштабных проектов по цифровой трансформации для партнеров из различных отраслей. В холдинг входят компании «Т1 Иннотех», «Т1 ИИ», «Т1 Интеграция», «Т1 Облако», «Т1 Сервионика», «Т1 Цифровая Академия» и «НОТА» от «Т1».



Дмитрий МУЛЬКОВ,
Промышленный кластер РТ «Инновации и производительность труда»



Александр СОБАЧКИН,
Центр компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1



Всеволод ГРИГОРЬЕВ,
Росатом Цифровые решения (госкорпорация «Росатом»)



Владимир БОЙКОВ,
компания «АвтоМеханика»

Многопрофильная госкорпорация «Росатом» предлагает более 60 цифровых продуктов, решений и услуг, охватывающих семь ключевых направлений: «Математическое моделирование и научные исследования»; «Управление предприятием и производственными процессами»; «Цифровая инфраструктура»; «Управление строительством крупных инженерных объектов»; «Информационная и физическая безопасность»; «Цифровизация городских услуг и процессов»; «Системная интеграция и разработка программного обеспечения». Основные заказчики ИТ-решений Росатома – ведущие промышленные, энергетические и нефтегазовые компании, которые занимают лидирующие позиции в стратегически важных секторах российской экономики.

На стенде консорциума разработчиков инженерного программного обеспечения «РазВИТие» было представлено сквозное PLM-решение – интегрированная система, которая объединяет программные продукты участников и методики совместного использования. Это позволяет компаниям и холдингам экономить ресурсы на внедрении ПО. Консорциум разработчиков инженерного ПО «РазВИТие» включает российские компании «Аскон», НТЦ «АПМ», Adem, «Тесис», «Эремекс», IOSO.



Сергей РОЗИНСКИЙ,
НТЦ «АПМ», консорциум «РазВИТие»

Среди основных целей консорциума – разработка отечественного PLM-решения для проектирования и управления жизненным циклом сложных машиностроительных изделий, эволюционное развитие проверенных программных продуктов, используемых тысячами предприятий. PLM-решение включает в себя несколько продуктов: «Лоцман: PLM», FlowVision, «Компас-3D», «Полином: MDM», 8D, Delta Design, APM WinMachine, APM FEM, «Вертикаль», ADEM CAM, «Гольфстрим».

Компания «АвтоМеханика» предлагает услуги по внедрению и сопровождению программного



Дмитрий БОРИСОВ,
компания «НордЭнергоГрупп
Информационные Технологии»
(АО «Силловые Машины»)

Холдинг Т1 в состоянии, используя и свои ресурсы, и меры господдержки, сконцентрировать очень мощные ресурсы для создания систем.

Александр Собачкин

комплекса EULER, включая поставку различных версий ПК EULER, техническую поддержку, обучение; разработку компьютерных моделей, сопровождение моделей, консультирование,



Стенд компании «Интермех»



Не может работать инженер-конструктор или инженер-расчетчик без адекватных, актуально действующих, актуально работающих аппаратных мощностей.

Всеволод Григорьев

проведение расчетов по моделированию, выполнение НИОКР по моделированию сложных механических систем. Полный комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ выполняется согласно техническому заданию заказчика с соблюдением всех нормативных требований.

На выставочной экспозиции были представлены также стенды компаний «Интермех», «КЭЛС-центр», «Гравитон», «Национальная платформа», PROF-IT GROUP, АМТ-ГРУП, InfoWatch, «Аладдин», ГК «Финвал», RTCLOUD, K2Tech, Postgres Professional, ЗАО «Норси-Транс», «Райтстеп», «Красцветмет», «Тоталити».

После обеда делегаты продолжили работу в секциях.

ИТ-локомотивы в машиностроении

В роли модератора секции «Цифровизация в тяжелом

и энергетическом машиностроении» выступил **начальник управления прикладного ПО компании «НордЭнергоГрупп Информационные Технологии» (АО «Силовые Машины») Дмитрий Борисов.**

Началась работа заседания с обсуждения темы численного моделирования и инженерных расчетов на примере программных продуктов консорциума «РазВИТие». О преимуществах этих решений, обеспечивающих автоматизацию работы инженера-конструктора и инженера-расчетчика, рассказал **директор по развитию ИТЦ «АПМ», консорциум**

«РазВИТие», Сергей Розинский. Программные инструменты позволяют конструкторам выполнять проектировочные и проверочные расчеты деталей машин, механизмов с использованием инженерных методик, а также создавать документацию в соответствии с ЕСКД, применяя базы данных стандартных изделий и материалов. По словам эксперта, болевой точкой расчетчика является подготовка геометрии расчетной модели. Благодаря общему ядру С3D геометрия передается без потерь.

Стратегию перехода на отечественное решение в области конструкторской и технологической



Сергей КИПНИС,
компания «Интермех»



Евгений ПОВЕРЕННОВ,
АО «ОКБМ Африкантов»

подготовки представил **ведущий специалист отдела маркетинга компании «Интермех» Сергей Кипнис**. На первом этапе предлагается выбрать целевую технологию PLM согласно требованиям предприятия, на втором – подготовить модель данных, на третьем – перенести исторические данные в целевую систему. Четвертый этап предусматривает организацию работы с историческими данными в интеграции с применяемыми инженерными системами (CAD/ECAD/CAE), пятый – перевод конструкторской документации в среду отечественной CAD-системы. На шестом этапе обеспечивается построение территориально распределенного взаимодействия в рамках группы предприятий. Докладчик подробно рассказал о специфике каждого этапа, в частности, о процедуре переноса исторических данных в IPS PLM, применении IPS CAD Connector, который служит мостом между IPS и соответствующей CAD (ECAD)-системой.

В сфере сервиса стараемся стать такими, какими были наши зарубежные предшественники.

Андрей Головских

О перспективах использования системы SPDM (Simulation Processes and Data Management) шла речь в докладе **начальника бюро отдела развития систем поддержки жизненного цикла изделий АО «ОКБМ Африкантов» Евгения Повереннова**. Переход на новую SPDM «Урания» (CML-Bench) на предприятии обусловлен необходимостью замены Ansys EKM. После приобретения лицензий CML-Bench система «Урания» была развернута таким образом, что данные репозитория физически хранятся на подмонтированном удаленном ресурсе. К настоящему времени выполнена миграция баз долговременного хранения из ANSYS EKM на СХД, базы приведены к общему виду, в SPDM-системе «Урания» подготовлена возможность резервного копирования. Сформирована рабочая группа для сопровождения баз долговременного хранения и реформатирования имеющихся расчетных бизнес-процессов с учетом возможностей новой SPDM-системы. Одно из преимуществ реализуемого проекта – работа в режиме одного окна с разными расчетными ресурсами.

Генеральный директор ООО «КЭЛС-центр» Сергей Сумароков посвятил свое выступление проблемноориентированным решениям для анализа и оптимизации цифровых моделей изделий

Сейчас мы находимся где-то в середине комплексной автоматизации системы, всех процессов на базе 1С ERP и смежных систем.

Сергей Анциферов

на платформе pSeven. В качестве примера рассматривался процесс проектирования опорно-подвесной системы (ОПС) трубопроводов АЭС и ТЭС. Нетривиальность задач подбора параметров ОПС, оптимизация ее стоимости и напряжений в элементах трубопровода обусловлены тем, что трубопроводы – сложные системы с нелинейными связями, в них большое количество изменяемых параметров, возможных решений и сценариев расчета, огромный объем выходных данных и велико влияние человеческого фактора. На базе программного комплекса Optipipe предлагаются варианты расчетов и подбор параметров ОПС трубопроводов, обеспечивается поддержка расчетов в системе dPIPE 5 – стандарте де-факто для расчетов ОПС трубопроводов в атомной и других отраслях. Среди преимуществ использования Optipipe докладчик назвал снижение трудозатрат на поиск



Сергей СУМАРОКОВ,
компания «КЭЛС-центр»



Андрей ГОЛОВСКИХ,
компания 3Logic Group



Яна СОКОЛОВА,
компания «ОДК-Цифровые технологии»



Юлия ГУКОВСКАЯ,
АО «Уралхиммаш»



Павел НЕСТЕРЕНКО,
АО «Силловые машины»



Александр КОМШИН,
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Оптимистический прогноз, который составлен на основании базы прогнозов «Инфраундторга», составляет увеличение более чем в три раза. То есть, в итоге от нас потребуется увеличение выпуска изделий более чем пять раз.

Андрей Бреган

оптимального решения, автоматический контроль соблюдения требований, сокращение количества

ошибок, отказ от выполнения рутинных операций.

Решение на импортных платформах для офисов и дата-центров с поддержкой от российского производителя представил **руководитель направления по развитию собственных торговых марок компании 3Logic Group Андрей Головских**. Компетенции ИТ-компании полного цикла распространяются на разработку, производство, техподдержку и сервисы. Домашние и офисные ПК, компьютеры для игр, ноутбуки, моноблоки и периферия, профессиональные игровые ПК, а также серверы, системы

хранения данных, графические станции выпускаются в России на базе комплектующих от ведущих мировых производителей. Докладчик рассказал, в частности, о линейке офисных ПК Raskat Strike – производительных компьютерах с дискретными видеокартами. Устройства рассчитаны на профессионалов, занятых в сфере проектирования, видеопродакшена, дизайна и т. д.

Опытном поэтапного внедрения системы мониторинга оборудования и оптимизации производственных процессов на предприятии ОДК поделилась **генеральный директор компании «ОДК-Цифровые технологии» Яна Соколова**. Когда в 2019 г. задумывался проект, решили обеспечить в первую очередь онлайн-контроль загрузки оборудования. Получить такую информацию в цехе, где 200 станков, непросто – к окончанию сбора данные утрачивают актуальность. Поскольку из системы решили выжать максимум, взялись за преодоление и других проблем, например, оптимизацию ряда процессов, обеспечение выдачи сменно-суточных заданий. Еще одна задача – безопасная загрузка управляющих программ на станки с ЧПУ. Прежде это выполнялось через внешние носители или заводскую сеть, теперь это можно организовать через систему мониторинга.





Владимир БИТКИН,
ООО «Инновационный центр «КАМАЗ»

Для реализации проекта была создана цифровая лаборатория – небольшой цех со станками ЧПУ, на которых обкатываются предлагаемые решения. Сегодня системой мониторинга оснащено более тысячи станков на одной площадке. Среди результатов пилотного внедрения системы докладчик отметил, в частности, балансировку распределения загрузки между станками на основе информации о текущей загрузке оборудования. На очереди оснащение системой мониторинга цехов предприятия.

Руководитель ИТ-проектов АО «Уралхиммаш» Юлия Гук посвятила свой доклад внедрению кадрового электронного документооборота на заводе АО «Уралхиммаш». Как показывает практика, предприятия в сфере тяжелого машиностроения труднее всего решаются на введение кадрового электронного документооборота (КЭДО), даже несмотря на перспективы, что сегодня-завтра КЭДО станет обязательным. Неслучайно появился запрос продемонстрировать успешный опыт внедрения этого эффективного инструмента цифровой трансформации персонала на предприятии. Предпосылками реализации проекта КЭДО на «Уралхиммаше» послужили численность персонала (1,5 тыс. человек, из них 70% – производственный персонал со сменным

графиком работы), удаленность цехов и производственных помещений от управления по работе с персоналом, оснащение цехов и производственных помещений ПК и оргтехникой. На этапе подготовки к проекту сравнили пять сервисов КЭДО, оценив их по 16 критериям. На этапе тестирования выбранных сервисов провели тест-драйв с применением инструмента «Карта процесса». Предпочтение было отдано решению Norareg, которое предлагает быстрое и простое подключение, выпуск подписи за 90 секунд, процедуру подписания с кнопочного телефона (для этого есть СМС-подпись). А благодаря встроенному фильтру кадровый специалист может найти документы по юристу, сотруднику, типу документов, периоду. В Norareg можно добавить в маршрут сколько угодно участников и выбрать для них разные действия.

Интеллектуальную систему поддержки принятия решений «Цифровой инженер» для повышения эффективности работы инженерно-технических служб представил **руководитель проекта АО «Силовые машины» Павел Нестеренко**. Идеологией создания такого инструмента послужил системный инжиниринг. После анализа жизненного цикла изделия на предприятии пришли к выводу, что наименее цифровизированной

Сегодня мы по поручению председателя Правительства завершаем формирование новой программы субсидирования и внедрения промышленного инженерного ПО в наших ключевых отраслях, прежде всего в машиностроении.

Владимир Дождев

и наиболее продолжительной является технологическая подготовка производства. Созданная система предоставила технологу возможность принятия решений на основе анализа данных. Использование системы позволило сократить сроки и повысить качество технологической подготовки производства (ТПП) на 30–50%, оптимизировать смежные рабочие процессы, обеспечить сбор аналитики, необходимой для оптимизации различных этапов жизненного цикла изделий. Это стало возможным благодаря автоматизации и цифровизации не только рутинных, но и интеллектуальных задач.

Подготовка инженеров-технологов в области машиностроения в рамках реализации стратегического проекта «Университет для университетов» МГТУ им. Н.Э. Баумана была в центре



Стенд компании «КЭЛС-центр»

Вопросами стандартизации информационных технологий занимаются в настоящее время минимум 17 технических комитетов.

Сергей Горбань

внимания **декана факультета «Машиностроительные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана Александра Комшина**. Цель инициативы – повышение качества высшего инженерного образования в регионах России, реализация совместных образовательных программ и R&D-проектов с региональными университетами. Проект предусматривает создание новой технологии целевой подготовки студентов в сотрудничестве с партнерами из «Индустрии 4.0», формирование сетевой модели распределенного образовательного пространства по инженерным направлениям подготовки и специальностям, актуального методического обеспечения для трансформации инженерного образования. Среди других элементов инициативы – формирование центра лучших практик в инженерном образовании, создание для студентов с особыми образовательными потребностями платформы для адаптированных образовательных

программ, а также формирование механизма проведения совместных исследований на базе кластерной инфраструктуры распределенного доступа для укрепления региональной университетской сети.

Инструменты и стратегии роста

Секцию «Цифровизация в транспортном машиностроении» провел **заместитель генерального директора ООО «Инновационный центр «КАМАЗ» Владимир Биткин**.

В качестве ключевой проблемы производства **коммерческий директор KAMAZ Digital Сергей Азоркин** выделили отсутствие сквозного планирования в процессах длинной производственной цепочки. Внедрение процессов планирования происходит с целью автоматизации работы цехов собственного производства и поставщиков. Организация предложила альтернативный подход к внедрению ERP – поэтапное внедрение с получением подтвержденных результатов и реальных эффектов от бизнеса немедленно. Параллельно предлагается реализация системных «длинных» проектов для более эффективной работы производственной цепочки.

Информацией о применении инструментов российского



Сергей АЗОРКИН,
KAMAZ Digital

инженерного анализа (CAE) в зарубежном и отечественном транспортном машиностроении поделился **директор направления развития продуктов инженерного моделирования в «Т1 Интеграция» Алексей Харитонович**. В рамках обсуждения вопросов импортозамещения и импортоопережения спикер отметил, что CADFLO не обладает 100%-ным функционалом «тяжелых» зарубежных CAE, однако может предложить около 80% возможностей в области CFD. При этом на предприятии всегда можно найти задачи, которые CADFLO решает более эффективно: быстрее, точнее и проще, чем зарубежные системы. С помощью CADFLO можно организовать более продуктивный процесс разработки, делегируя часть работы конструкторам.

Руководитель направления систем конструкторско-технологической подготовки АО «Трансмашхолдинг» Артем Судаков рассказал об особенностях внедрения и работы CAD/PLM-комплексов в ключевых отраслях транспортного машиностроения, о готовности промышленности мигрировать и переносить данные на отечественные продукты. Спикер осветил переход к импортозамещенной системе автоматизированного проектирования (CAD). Он отметил, что вопрос





Алексей ХАРИТОНОВИЧ,
«Т1 Интеграция»

импортозамещения CAD-системы ЕИП ТМХ возник в конце 2022 г. из-за истечения срока действия лицензии на иностранный CAD в феврале 2024 г. и невозможности ее продлить. После анализа отечественных CAD-решений было решено выбрать «Компас-3D» компании «Аскон». Основными факторами выбора стали покрытие текущей функциональности и бесшовная интеграция CAD «Компас-3D» в ИТ-архитектуру ЕИП ТМХ без дополнительных затрат на интеграцию. Процесс перехода включал приобретение лицензий, подготовку интерактивных курсов, обучение пользователей, конвертацию 3D-моделей иностранного CAD и верификацию результатов конвертации. В результате был заменен пул лицензий иностранного CAD на «Компас-3D», обучен персонал (администраторы, конструкторы основной продукции и технологи конструкторы оснастки) и выполнены все работы в установленные сроки. Конвертация моделей осуществлялась как для текущих выпускаемых, так и для новых изделий, при этом не требовалось сразу конвертировать весь массив 3D-моделей. В процессе перехода активно использовались инструменты, разработанные компаниями «Интермех» и «Аскон» для конвертации моделей с деревом построений.



Артем СУДАКОВ,
АО «Трансмашхолдинг»

Исполнительный директор по направлению «Цифровая инфраструктура» ООО «Росатом Цифровые решения» (госкорпорация «Росатом») Дмитрий Уральсков рассказал, что платформа ПАК «Логос» представляет собой мощный инструмент для проведения междисциплинарного инженерного анализа. Ее преимущества – высокопроизводительные вычисления, апробированные на реальных задачах, расчетные модели и алгоритмы, импортнезависимость, возможность адаптации и развитие функционала под нужды клиента, наличие сети учебных центров, а также



Дмитрий УРАЛЬСКОВ,
Росатом Цифровые решения
(госкорпорация «Росатом»)

Специфика наша в том, что мы прошли 90-е и мы выжили в 90-е.

Сергей Азоркин

поддержка со стороны Президента РФ. Важным направлением развития является интеграция ПАК «Логос» с расчетным программным обеспечением российских разработчиков в рамках консорциума CAD/CAE. Продукт находит применение в таких отраслях, как экология, медицина, авиа-, судо-,



Стенд компании «Национальная платформа»

Параллельно с цифровизацией необходимо заниматься автоматизацией производства, производственных процессов.

Дарья Гаушкина

двигателе- и автомобилестроение, искусственный интеллект, а также ракетно-космическая отрасль. Это позволяет эффективно использовать платформу в различных областях и решать сложные задачи инженерного анализа.

Опытом использования программного комплекса EULER в транспортном машиностроении поделился **научный сотрудник ООО «АвтоМеханика» Денис Денисевич**. Он отметил, что разработчиками создан специальный модуль EULER-Vehicle для удобного и быстрого моделирования динамического поведения транспортных машин в разных условиях эксплуатации. В рамках приложения EULER-Vehicle доступны не только типовые параметризованные модели, но и возможность создания собственных пользовательских моделей агрегатов, подсистем, машин и испытаний, а также интеграции моделей с другими программными комплексами. Модульная структура

приложения делит модели на классы, каждый из которых имеет свой внешний интерфейс. Такой подход позволяет создавать множество различных моделей для каждой системы или агрегата с различными конструкциями или свойствами, используя и упрощенные, и детализированные модели. При этом замена отдельной модели, подсистемы или агрегата не требует замены других связанных с ними модулей.

Цифровая трансформация логистики в транспортном машиностроении – тема выступления **главного аналитика АНО «Центр по внешней торговле» при Минпромторге России Олега Дунаева**. Он выделил несколько новых логистических решений для достижения желаемого результата. Первое – сетевое взаимодействие, сфокусированное на «подключении в сеть» максимального количества участников для создания нового ценностного предложения – бесшовной мобильности как услуги. Второе – формирование совместных межотраслевых функциональных команд, которые обеспечат мобильность сетей поставок на основе технологий «Индустрии 4.0». Третье – создание экспертно-аналитической бизнес-платформы или площадки взаимодействия для региональных экспертно-научных центров, транспортно-логистических

и производственных компаний с целью развития мобильности сетей поставок.

Об автоматизации производства на основе импортозамещенного ИТ-ландшафта шла речь в докладе **директора по информационным технологиям ООО «Энгельс Свечи зажигания» Сергея Анциферова**. «Сейчас мы находимся где-то в середине комплексной автоматизации системы, всех процессов на базе «1С» ERP и смежных систем, т. е. автоматизированных процессов – от проектирования продукции до бухгалтерского налогового учета», – рассказал спикер. Однако при реализации проектов компания столкнулась с рядом сложностей, знакомых многим российским предприятиям. Не все импортные системы имеют достойные отечественные аналоги, и эта проблема была озвучена на многих форумах. Более глобальной является ситуация, когда российские продукты активно развивают функциональность в условиях низкой конкуренции, но при этом недостаточное внимание

ИТ-отдел – это не ремонтная база.

Дмитрий Борисов



Денис ДЕНИСЕВИЧ,
АвтоМеханика



Сергей АНЦИФЕРОВ,
компания «Энгельс Свечи зажигания»



Федор ЛОЖКИН,
PROF-IT GROUP

уделяется надежности и поддержке. Кадровый голод также стал актуальным вопросом конференции. В качестве примера Сергей Анциферов привел реализацию всех ИТ-проектов, включая «1С» ERP, на базе отечественного решения Bitrix-24, которое стало единой системой информационного пространства. Эта система используется для проектной документации, план-графиков, записи встреч и совместной работы с планами и общими файлами.

Руководитель продукта PROF-IT GROUP Федор Ложкин рассказал об информационных системах MES и QMS на платформе «1С» как об инструменте эффективного развития производственного предприятия. Спикер отметил, что современные требования к таким системам включают обеспечение непрерывности производства в жестких условиях и максимальную импортонезависимость. Архитектура решений PROF-IT позволяет успешно справляться с этими вызовами, обеспечивая расширяемость функционала через собственные разработки и интеграцию с решениями уровня APS и IIoT. К основным возможностям системы PROF-IT MES относятся оперативное управление со 100%-ной прослеживаемостью производства, синхронизация всех этапов технологического цикла, автоматическая выдача заданий



Стенд компании PROF-IT GROUP

и контроль исполнения техпроцессов, интеграция с оборудованием по распространенным стандартам. Система QMS Professional предлагает функции для управления качеством, включая планирование контроля, работу с несоответствиями и анализ гарантийных обращений. Также предусмотрен анализ измерительных процессов (MSA), учет средств измерений и автоматический сбор данных, что позволяет контролировать стабильность измерений и генерировать отчеты.

Опыт цифровой трансформации – цифровизации среднего бизнеса представила

По своей парадигме ИБ контролирует целостность системы.

Алексей Петухов

руководитель проектов дирекции по цифровизации ЗАО «ПО "ТРЕК"» Дарья Гаушкина. В 2022 г. компания открыла проектный офис, в рамках которого были описаны карты бизнес-процессов текущего состояния и спроектированы карты будущего. Это позволило составить контур цифровых систем, которые соответствуют требованиям компании. Спикер выделила ключевые отличия опыта цифровизации среднего бизнеса: отсутствие интеграторов под специфические задачи третьего уровня, нехватка государственной поддержки и гибкое динамичное развитие. В результате компания внедряет системы с нуля, избегая сложных решений, что позволяет эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям рынка.

О реализации процесса управления производством и внутренней логистикой в транспортном машиностроении, ERP-платформе «Ma-3» рассказал **системный аналитик отдела по развитию продуктов, «Национальная**



Дарья ГАУШКИНА,
ПО «ТРЕК»



Дмитрий ПРИХОДЬКО,
Национальная платформа

Наверное, неизвестному человеку отдать ключи от дома – это не самое разумное решение.

Сергей Халяпин

платформа» Дмитрий Приходько. Планирование потребности в материалах – одна из самых ресурсоемких процедур в ERP-системе, создающая десятки тысяч объектов. Для повышения эффективности этого процесса в «Ма-3» реализован классический подход ППМ: сохранение пользовательских методов, «замороженный» горизонт, комбинированные источники (план, прогноз, ручные потребности) и отслеживание взаимосвязей. Для группы компаний реализовано in memory ППМ. Создается группа с центральной компанией, для поставщиков внутри группы устанавливаются приоритеты, формируются группы складов и сети распределения. Запуск ППМ для центральной компании позволяет автоматически анализировать запасы в компаниях-поставщиках, формировать покрытие потребностей и заказы на перемещение. Система предоставляет итоговый экран с деревом структуры группы и детальной информацией по результатам планирования.

Анализ киберугроз

Открывая секцию «Информационная безопасность в машиностроении», модератор заседания, **главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление Российской академии наук» Виктор Гаврилов** отметил, что охват системными средствами информационной безопасности в промышленности составляет 3–4%, согласно отчету компании Infowatch за 2023 г. По мнению эксперта, проблема в сфере безопасности «перезревшая», машиностроение занимает первое место по количеству кибератак.



Виктор ГАВРИЛОВ,
ФИЦ «Информатика и управление
Российской академии наук»

Можно выделить несколько их видов: вредоносное ПО, фишинг, сокращение времени появления вирусов и перехода эксплоитов в DarkNet, тимбилдинг хакеров (сотрудничество). Создаются «спящие» боты, которые предоставляют на определенных этапах возможности другим атакующим. Также подвержены атакам каналы поставки (компании-поставщики могут быть недобросовестными). На вредоносное ПО приходится 80% всех видов атак, изменение статусов устройств атакуемых систем – 64%, отсутствие обновлений ИБ – 48%, компрометацию учетных данных – 32%, социальную инженерию – 29%.

Анализ ситуации с киберугрозами продолжил **руководитель отдела по развитию бизнеса InfoWatch ARMA Алексей Петухов**. По своей парадигме ИБ контролирует целостность системы. Согласно данным статистики за прошлый год, более 400 опрошенных компаний из Японии, Америки, ОАЭ, Германии сообщили, что интегрируют офисную и технологическую сети. Выяснилось, что атаки приходятся на инфраструктуру, которые были оформлены на корпоративную сеть и перешли в технологическую. При этом 47% атак были от вымогателей. Эти кибератаки привели к тому, что корпоративные сети зашифровались. По словам



Алексей ПЕТУХОВ,
InfoWatch ARMA

эксперта, роль ИБ – сделать цифровизацию проще и безопаснее. Информационная безопасность обеспечивает безопасный удаленный доступ, минимизирует необходимость обновлений, повышает стабильность работы и отказоустойчивость АСУ ТП. Создаваемая система безопасности решает задачи устойчивости системы, что важно для многих современных предприятий, обеспечивает контроль над действиями персонала и процессами. Для правильного и целостного функционирования системы ИБ нужны процесс, наличие ответственных, внимание сотрудников к происходящему, документирование, интерактивный сбор и получение информации. Эксперт отметил важность взаимодействия отделов ИТ и ИБ: «Необходимо использовать инструменты ИБ для создания проектов управленцев. Тогда должна произойти трансформация мышления».

Идентификация и аутентификация – элементы устойчивости и целостности системы, компоненты обеспечения высокого уровня доверия к ИС. Об этом шла речь в докладе **директора департамента внедрения и пресейла компании «Аладдин» Сергея Халяпина**. В рамках идентификации должны формироваться правильные процедуры, требования и регламенты; в аутентификации должен быть персональный



Сергей ХАЛЯПИН,
компания «Аладдин»

usb-токен или смарт-карта (второй фактор аутентификации пользователей), Secure element (не TPM) для доверенного оборудования в критически важных системах, корпоративный центр выпуска и обслуживания сертификатов (машинных, программных, пользовательских). Поддержка работы должна обеспечиваться в двух экосистемах – Linux и Windows. А корпоративная система должна управляться централизованно.

Начальник управления по противодействию иностранным техническим разведкам и технической защите информации АО «Уральский завод гражданской авиации» Александр Алиев рассказал об изменениях в промышленности на территории Украины, а также о поправках, внесенных в законодательную базу. Например, теперь ответственным лицом должно иметь высшее образование в сфере информационной безопасности. Специалисту нужно быть погруженным не только в информационную безопасность, но и в технические и технологические процессы предприятия. Безопасное предприятие строится на основе промышленной безопасности охраны труда, кибербезопасности и информационной безопасности. Для составления правильной модели угроз и моделей нарушителей специалист должен иметь соответствующую



Александр АЛИЕВ,
АО «Уральский завод гражданской авиации»

квалификацию. Все специалисты, устраивающиеся на серьезные предприятия, будут проходить проверку. Но при переходе с одного госпредприятия на другое, схожее по своей специфике, проверка личных данных специалиста не требуется. На территории Украины находится большое количество предприятий, которые будут подстраиваться под стандарты Российской Федерации, а старые или разрушенные предприятия – восстанавливаться. Что касается системы безопасности, то на промышленных предприятиях, по мнению эксперта, все нужно будет «начинать с нуля».



Стенд компании InfoWatch

Все специалисты, устраивающиеся на серьезные предприятия, будут проходить проверочные мероприятия.

Александр Алиев

Директор портфеля продуктов по информационной безопасности «Нота Купол» компании «НОТА» от «Т1» Игорь Душа рассказал о технологиях холдинга Т1 в сфере информационной безопасности и задачах организации удаленного доступа. Он представил продукт «Нота Купол», который включает в себя такие составляющие, как «Правила»: набор правил системы обнаружения вторжений; «Управление»: единая система координации средств защиты сетевой инфраструктуры и межсетевых экранов; «Контейнеры»: защита и анализ данных контейнеров; «Документы»: автоматизация аудита и категорирования предприятия по 187-ФЗ. Возможны дополнительные услуги: тестирование на проникновение, инвентаризация активов с помощью продукта «Купол» «Документы». Для обеспечения безопасности доступа на предприятии можно использовать шифрование канала связи, многофакторную аутентификацию



Игорь ДУША,
компания «НОТА» («Т1»)



Вячеслава ПОЛОВИНКО,
АМТ-ГРУП



Илья САВИЧЕВ,
НТЦ «Станкоинформзащита»

Удаленный доступ предприятий критичных сегментов существовать не может и не должен, однако так или иначе он бывает необходим.

Игорь Душа

пользователя, строгое соблюдение требований безопасности на машине подключающегося (compliance), разделение прав доступа к критически важным данным и т. д. Это необходимо, чтобы защитить данные от подмены в процессах передачи, обеспечить безопасность подключающегося, исключить утечку данных.

В выступлении **руководителя направления собственных продуктов АМТ-ГРУП Вячеслава Половинко** шла речь о построении моделей, в частности, цифровых двойников, которые позволяют получить представление о состоянии предприятия. Существует несколько типов двойников: диспетчеризация; для контроля состояния предприятия; для визуализации данных. Еще одна модель, предполагающая копию трафика данных, отвечает за информационную безопасность. Мошенники рассматривают эти модели как отличные каналы для кражи данных.

«Невозможно современные предприятия развивать, повышать производительности, не передавая данные. С другой стороны, невозможно локализовать эти векторы атаки», – сказал Вячеслав Половинко. Для альтернативной облачной защиты предназначены устройства однонаправленной передачи данных, функционирующие на физическом уровне, – шлюзы, обеспечивающие передачу файлов и потоковой информации в одном направлении и не позволяющие передачу в обратном порядке. Шлюзы InfoDiode включены в реестры. Продукты совместимы со многими СЗИ, АСУ ТП, ИТ-решениями: СВД, «Терралинк», WinCC, Kafka, SQL server, DATARK, «Квазар» и т. д.

«В настоящее время использование зарубежных универсальных сред исполнения не является гарантией того, что ПЛК будет безопасен», – рассказал **ведущий программист НТЦ «Станкоинформзащита» Илья Савичев**. – Так как патчи безопасности могут перестать приходить, можно допустить ошибки при самостоятельном проектировании ПО, архитектуры взаимодействия в самом ПЛК, кроме того, возможен отказ обслуживания, что затормозит работу систем. Альтернативой зарубежным универсальным средам (Codesys, ISaGRAF) является отечественный продукт – сканер безопасности

Redcheck, разработанный совместно НТЦ «Станкоинформзащита» и АО «Алтэкс-Софт». Это программа автоматизированного анализа защищенности и обнаружения уязвимостей программных и программно-технических компонентов АСУ ТП. Решение предназначено для получения данных о параметрах ИТ-инфраструктуры АСУ ТП».

Руководитель отраслевого комитета Промышленного кластера РТ «Инновации и производительность труда» Дмитрий Мульков рассказал, что в промышленном кластере представлено 18 направлений, с которыми сейчас РТ работает: машиностроение, нефтехимия, аддитивные технологии, роботизация, цифровизация, автоматизация и др. Эксперт отметил актуальность развития межрегиональной и международной кооперации для создания инновационных продуктов. Промышленный кластер РТ сотрудничает с 32 странами, в том числе с Германией, США, Турцией, Белоруссией, Индией и др.

Недостаточно правильно делать работу, главное – делать правильную работу.

Павел Нестеренко

О сложностях, связанных со страхованием рисков информационной безопасности, шла речь в выступлении **доцента кафедры ИБ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет МИЭТ» Владислава Воеводина**. Идея состоит в том, чтобы страховать не всю систему, а отдельные критически важные блоки. Для этого необходимо создать юридически значимые механизмы оценки последствий компьютерных инцидентов, вызванных компьютерными атаками. Кроме того, предстоит проработать условия для развития системы страхования рисков информационной безопасности в отрасли связи. Существуют концепции и методологические заделы, которые формируются в инициативном порядке. Но при их реализации не обходится без проблем, таких как отсутствие адекватного цифрового поля, поддержки регулятора, недостаточный уровень культуры управленцев.

Цифровые предпочтения

Второй день работы «ИТ-Маш-2024» начался с панельной дискуссии, посвященной ключевым аспектам цифрового развития машиностроения. В разговоре приняли участие представители промышленных предприятий,



Стенд компании «Аладдин»

ИТ-компаний (разработчиков и интеграторов), высшей школы.

Оргкомитет конференции предложил для обсуждения вопросы, связанные с оценкой уровня цифровизации гражданских отраслей машиностроения, способами повышения производительности труда, наиболее востребованными машиностроителями ИТ-продуктами, работой ИЦК и др.

Эксперты подчеркивали актуальность реинжиниринга бизнес-процессов. Без их переосмысления не стоит рассчитывать на эффективность использования цифровых инструментов. Оптимизация производственных цепочек

Диоды – это история проектная и сценарная.

Вячеслав Половинко

и автоматизация – неотъемлемые условия на этапе подготовки к цифровой трансформации. В то же время цифровизация – не самоцель. Многим производственным участкам требуется прежде всего техническое перевооружение. По словам одного из участников дискуссии, если в течение трудового дня рабочий тащит балку из одного конца завода в другой, «цифра» едва ли изменит процесс. По мнению другого эксперта, если кроме как с помощью человека балку переместить невозможно, то, увы, нужно накачивать человека, чтобы он нес ее быстрее. Одни бизнес-процессы нет смысла переводить в «цифру», другие надо просто менять, чтобы рассчитывать на повышение эффективности. Точка зрения третьего эксперта на этот счет сводилась к тому, что при наличии цифровизации складских запасов и управления ими упомянутую балку и тащить бы не пришлось – она бы находилась в нужном месте и нашлась бы в нужное время.



Владислав ВОЕВОДИН,
Национальный исследовательский университет МИЭТ



Денис СОЛОГУБ,
«Концерн «Тракторные заводы»
(ООО «КТЗ»)

Использование зарубежных универсальных сред исполнения не является гарантией того, что ПЛК будет безопасен.

Илья Савичев

Неоднократно предпринимались попытки уточнить термин. Например, под цифровизацией следует понимать наличие станков, соединенных в единое информационное пространство, которое позволяет снимать данные, необходимые для оперирования системами управления производством. Отрасли и даже компании в рамках одного сегмента очень различаются технологическим укладом.

Сейчас государство предоставляет серьезные меры поддержки отечественных разработчиков ПО, важно обеспечить взаимную интеграцию этих программных продуктов через единые форматы и регламенты обмена данными – иначе получим очередное «локутное одеяло». Цифровизация требует комплексного, системного, научного подхода, – подчеркивали эксперты, – при этом без реинжиниринга бизнес-процессов она неэффективна.

Прозвучало мнение, что в машиностроении (за исключением авиа-



Павел ТЕПЛОВ,
«Меркатор Холдинг»

двигателестроения и частично других сегментов) вся цифровизация сводится пока к автоматизации сложившихся в 1970-е гг. бизнес-процессов. Чертежи и спецификации в 2024 г. не нужны. Зачем тратить время на то, что можно не делать? Существующие стандарты надо перерабатывать под «цифру».

Автоматизацию ранее выстроенных бизнес-процессов можно назвать ловушкой, заметил представитель одного из вендоров. Сейчас, по его мнению, предприятия находятся на пороге совершения второй ошибки: отлаженные на западных технологиях бизнес-процессы, в том числе



Александр ЩЕЛЯЕВ,
компания «ТЕСИС» («РазвИТие»)

цифровые, топ-менеджмент стремится выстроить точно так же, но уже на российских решениях, что технологически невозможно. И это не означает, что отечественные вендоры уступают по своим компетенциям, просто используются другие технологии, и подходы к их внедрению нужны соответствующие.

В ходе обсуждения вопроса о производительности труда отмечалось, что при переходе с европейских ИТ-систем на отечественные не удастся добиться желаемого повышения этого показателя, поскольку сотрудникам требуется адаптация к новым решениям.



Панельная дискуссия



Виктор СИЛИН,
компания «АДЕМ-инжиниринг»

Озаботиться этим следует уже на этапе внедрения.

Один из вопросов – об интегральной оценке уровня цифровизации гражданских сегментов машиностроения относительно прочих – вызвал наибольшие трудности у экспертов и фактически остался без ответа. Предложение модератора дискуссии – заместителя генерального директора Издательского дома «Коннект» и главного редактора журнала Connect Дмитрия Корешкова – оценить динамику продвижения отрасли в направлении цифровой трансформации привело к рассуждениям, которые не отличались конкретикой.



Николай ЕФИМОВ-СОЙНИ,
Передовая инженерная школа СПБПУ
«Цифровой инжиниринг»

В целом машиностроению надо стремиться к планке цифровизации финтеха, социального сектора, налоговиков, которые отличаются высоким уровнем цифровизации. Почти каждый житель страны может оценить результаты проникновения «цифры» в эти сегменты, пользуется ими, получает удовольствие, а мир нам завидует. На возражение модератора, что с цифровизацией далеко продвинулась лишь первая десятка-сотня банковских учреждений, прозвучал контраргумент, что в сфере машиностроения таких лидеров едва ли удастся отыскать.

**Угроза тысячу раз изменится уже,
а мы будем стоять на этом же месте.**

Владислав Воеводин

Участники дискуссии представили различные точки зрения относительно эффективности ИЦК и результативности процессов импортозамещения. При этом все продемонстрировали здоровый оптимизм. Одни не видят ничего плохого в том, что сроки перехода на российское ПО сдвигаются, поскольку задерживается выход востребованных программных продуктов. Другие не выражают особой обеспокоенности тем, что некоторое время придется работать в отсутствие востребованных ИТ-решений. В такой ситуации у вендоров есть возможность расширить функциональность ПО, повысить уровень зрелости создаваемых программных инструментов.

Очевидно, что российские промышленные предприятия не готовы пользоваться «полуфабрикатами» – ждут достойных решений, сопоставимых по уровню с предлагаемыми зарубежными вендорами.

В процессе дискуссии вендоры анонсировали ряд перспективных решений, в которых нуждаются машиностроители, в частности, упоминались инструменты для аддитивного производства, выпуска композитных материалов.

В ходе разговора прозвучали слова легендарного хоккеиста Уэйна Гретцки: «Хорошие игроки находятся там, где шайба. Великие – там, где она будет». В последнее время представители отрасли машиностроения думают о том, как решить проблемы с инструментами PLM, CAD, CAE, 1D, другими технологиями. Однако сегодня электроника претендует на то место, где в скором времени, если продолжать аналогию, окажется шайба. Поэтому выстраивая стратегию развития, нужно учитывать задачи, требующие повышенного внимания. Одна из них – САПР для электроники.



Стенд компании RTCLOUD



Стенд компании «Норси-Транс»

Риск-ориентированный подход внедряется, тяжело, но внедряется.

Владислав Воеводин

Если у вендоров или интеграторов недостаточно компетенций, то приобрести их можно только в партнерстве с предприятиями – потенциальными заказчиками продуктов. Схожая задача с функциональностью решений – если об этом не заявят предприятия, работа в данном направлении не начнется. В разработке находятся продукты, к которым проявляют интерес многие вендоры, в ряде классов решений даже усиливается конкуренция. Пора обратить внимание на «белые пятна» или вакантные ниши программных продуктов и аппаратных решений, которых пока на российском рынке нет. Индустриальные центры компетенций должны помочь обнаружить перспективные точки приложения усилий отечественных разработчиков. Движение в данном направлении есть. Дорогу осилит идущий.

Технологические запросы спецмаша

Вопросы цифровизации в специальном машиностроении

на предыдущей конференции в 2023 году обсуждались в формате круглого стола. На «ИТМаш-2024» начала работу одноименная секция. Заседание провел заместитель генерального директора – директор по информационным технологиям и цифровой трансформации ООО «Концерн “Тракторные заводы”» (ООО «КТЗ») **Денис Сологуб**. Открывая заседание, он отметил быстрое развитие сегмента. Ряд идей, предложений, прозвучавших год назад, были приняты к рассмотрению в компании, которую представляет модератор.

С докладом о цифровизации в области производства спецтехники выступил директор по инновациям «Меркатор Холдинг» **Павел Теплов**. В отрасль приходит электрическая техника. Цифровизация помогает справляться с вызовами, продиктованными таким переходом, что было показано на примере содержания объектов городского хозяйства и дорожной инфраструктуры. При замене стандартной техники электрической, отвечающей за обслуживание критически важной инфраструктуры городов, рекомендуется воспользоваться возможностями цифровой платформы. Задачи заказчика переводятся в цифровой вид (оформляется цифровой двойник процессов)

и обеспечивается управление процедурами их выполнения. Предварительно следует проанализировать задачи и регламенты стандартной техники. Для оценки целесообразности энергоперехода определяется соотношение эффективности стандартной и электрической техники на основе объемных данных, выполняемых задач, процента их исполнения, процента задействованной техники и результативности ее применения. Еще один важный этап – аудит зарядной инфраструктуры и вводимых мощностей предприятий, оценка готовности к созданию зарядной инфраструктуры. Моделирование процессов применения электротехники на основе собранных данных – это своего рода «примерка» электрической техники к текущим процессам.

Опытом внедрения и импортозамещения программного комплекса междисциплинарного моделирования FlowVision поделился заместитель директора по проектам и продажам ООО «ТЕСИС», консорциум «РазВИТие», **Александр Щеляев**. За последний год FlowVision включен в корпоративные проекты по импортозамещению (УЗГА, ОДК, «Техмаш», ОСК, «Росатом», КТРВ, «Алмаз-Антей» и др.). Силами компании «ТЕСИС» и ее партнеров был выполнен ряд пилотных проектов. Новые лицензии



Давид БЕРЕЗАНСКИЙ,
МГТУ «Станкин»

приобрели предприятия ОАК, ОДК, «Алмаз-Антей», «Росатом», «Северсталь», НЛМК, «Сибур». Более чем в четыре раза увеличилось количество обучаемых. Работа всех модулей FlowVision, включая пре-постпроцессор, осуществляется под управлением трех основных российских операционных систем – AstraLinux, ОС «Альт» и РедОС, в том числе на их версиях, сертифицированных ФСТЭК. FlowVision поддерживает не только x86-платформу, но и российскую платформу на базе процессора «Эльбрус». Одно из отличий системы моделирования FlowVision – наличие технического задела высокого уровня по большому количеству отраслей промышленности. Эксперт подчеркнул важность включения разработчика инженерного ПО в цепочку кооперации, что позволит быстро сориентироваться в поиске решений задач в области моделирования, актуальных для конкретного предприятия.

Вроде «цифра» пришла, эффекты на каждом этапе дала, но толку суммарного немного.

Дмитрий Гинда

Еще один представитель консорциума «РазВИТие» – **генеральный директор ООО «АДЕМ-инжиниринг» Виктор Силин** – ознакомил участников конференции с отечественными решениями САМ-класса для машиностроения. Докладчик отметил повышение производительности труда с использованием внутренних ресурсов как наиболее актуальное требование. Сейчас это осуществляется во многом за счет реорганизации процессов производства, однако есть и другие возможности. Чтобы найти эти резервы, следует осознать, что поставщики импортного ПО и оборудования не ставили своей задачей повышение производительности труда в нашей стране (в данном случае в сфере обработки на оборудовании с ЧПУ). Достаточно посмотреть грустную статистику по минутному съему металлов на наших передовых промышленных предприятиях. Во внутренней архитектуре современной версии ADEM CAM заложен потенциал развития, более полно отвечающий требованиям концепции «Индустрия 4.0». Имеются в виду платформа полуавтоматического назначения способов обработки детали на основе машинного распознавания топологии 3D-модели (близко к ИИ); платформа баз данных инструмента с интеллектуальными

Мы хотим быть там, куда летит шайба или там, где она есть?

Кирилл Кушев

функциями подбора; платформа для автоматизированной проверки – симуляции управляющих программ на виртуальном оборудовании, поиска и устранения ошибок в управляющих программах (УП), а также верификации УП, т. е. сравнение обработанной модели с конструкторской, измерение и контроль отклонений геометрии.

О современных методах проектирования высокотехнологичных изделий по технологии цифровых двойников рассказал **заместитель директора Центра компьютерного инжиниринга «Цифровой инжиниринг» Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» Николай Ефимов-Сойни**, который выступил с докладом «Использование цифровых испытаний при разработке изделий». В 2021 г. вышел ГОСТ Р 57700.37 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения». Документом предусмотрены типы моделей, из которых состоит цифровой двойник. Каждая модель должна



Игорь ГРИБОВ,
концерн «Тракторные заводы»



Владимир УСКОВ,
СМК ГК «Финвал»



Анастасия ШЕРШНЕВА,
Ассоциация развития аддитивных технологий

Наша идеология при внедрении продукта – это максимальная интеграция всех тех данных, которые у вас есть.

Антон Потапович

быть валидирована. В Центре компьютерного инжиниринга цифровые двойники (ЦД) строятся на платформе CML-Bench как интеграторе решателей, решений и «железа». При разработке ЦД акцент делается на декомпозиции. В качестве одного из примеров докладчик привел запрос Росатома на изготовление транспортного упаковочного контейнера, масса которого уменьшена на 10%. При этом соблюдено требование МАГАТЭ – готовое изделие выдерживает серию из 15 натурных испытаний (падение на штырь, с девяти метров и т. д.). Одна из задач ЦД – пройти все испытания с первого раза.

Опытом внедрения системы «1С: Документооборот» в концерне «Тракторные заводы» поделился **бизнес-аналитик и главный специалист по документообороту Игорь Грибов**. В 2021 г. в концерне приступили к внедрению «1С: Документооборот КОРП». С 2022 г. система «1С:

Документооборот» использовалась на десяти предприятиях концерна (общая численность сотрудников порядка 1,5 тыс.). В марте 2023 г. было решено внедрить систему еще на семи предприятиях и доработать ее с учетом опыта использования и потребностей бизнес-процессов. Сейчас система объединяет 19 предприятий концерна, общее количество рабочих мест превышает 3 тыс. Среди доработок системы эксперт отметил реализацию механизма «Согласования до визы», наличие в окне просмотра задач формы «Ход согласования», возможность прерывания процесса согласования и вынесения комментариев в лист согласования, многоадресную рассылку, печатные формы (предложена форма контрольной карточки процесса исполнения, стоящего на контроле).

О цифровых решениях в управлении качеством продукции промышленных предприятий рассказал **начальник отдела систем управления, эксперт в области стандартизации и сертификации СМК ГК «Финвал» Владимир Усков**. Цифровизация системы управления качеством предполагает применение российского ПО в данной области. Отечественная автоматизированная информационная система менеджмента качества (АИСМК) содержит требования, реализуемые

на промышленных предприятиях применительно к качеству поставщиков, процессов и продукции. АИСМК используется при проектировании, производстве и контроле качества продукции, не уступает лучшим международным аналогам. Решение совместимо с ОС Astra Linux, Base Alt Linux, Windows. Среди особенностей системы эксперт отметил ее модульность, встроенную аналитику с предустановленными отчетами, наличие цифровых справочников, настраиваемую систему учета затрат на качество, простую интеграцию с внешними системами через сервисную шину данных, контроль всех этапов процесса.

Главный эксперт по кооперации Ассоциации развития аддитивных технологий Анастасия Шершнева рассказала о роботизации ряда основных технологических процессов на производстве, интеграции АСУ производственных центров. Эксперт представила серию промышленных устройств RusRobot RR компании «Русский робот», основные направления деятельности которой – разработка и прототипирование робототехнических решений. В научно-исследовательских центрах этой компании разрабатывается ПО для управления робототехническими комплексами, промышленными роботами-манипуляторами различной грузоподъемности, автоматическими транспортными средствами. Программирование систем управления осуществляется на трех уровнях. Готовится к выпуску в серию отечественный шестиосевой универсальный промышленный робот в исполнении для кузнечных производств.

Опытом применения технологии ГЛОНАСС в производстве

Когда приходим внедрять FlowVision, мы слушаем заказчика, то есть основной наш инструмент – уши.

Александр Щеляев



Стенд компании «Райтстеп»



Михаил КВУРТ,
ГЛОНАСС

специалиста поделился **советник генерального директора ГЛОНАСС Михаил Квурт**. На уровне «железа» системы мониторинга, сбора и аналитики телеметрии глубоко интегрированы, что позволяет получать большой объем информации. Если система имплементируется на этапе производства машины, то на стадии испытаний можно в показателях электроники изделия выявить расхождения или отклонения от установленных норм. В автоматическом режиме легко определить, готова ли машина к дальнейшей эксплуатации или требуется ее модернизация (доработка). На малой части предприятий есть автоматизированные системы, способные сразу дать информацию о качестве произведенной машины (как правило, используются чек-листы, велико влияние человеческого фактора). На следующих этапах система должна быть глубоко интегрирована в ИТ-ландшафт предприятия.

Вопросы подготовки специалистов по комплексному использованию существующих программных продуктов в области конструкторского и технологического проектирования были в центре внимания **доцента Московского государственного технологического университета (МГТУ) «Станкин» Давида Березанского**. Возможные направления подготовки специалистов в области конструкторского



Андрей НОВИКОВ,
СПбГМУ

и технологического проектирования: внедрение, методологическая поддержка современных цифровых решений и обучение будущих конструкторов, технологов полноценной работе при использовании существующих программных продуктов. По словам докладчика, сегодня назрела необходимость разработки методологии современного использования автоматизированных средств проектирования на предприятиях промышленности. Это может быть новый государственный стандарт, руководство или другой документ. В нем должны быть сформулированы цели проведения цифровой



Максим ВИХЛЯНОВ,
АО «ОСК»

Команда идеалистов стремится создать систему тотального моделирования.

Александр Щеляев

трансформации и возможные варианты их достижения. На его основе предприятия смогут создать внутренние стандарты в этой области применительно к текущему их состоянию. Эта актуальная задача может быть решена силами высшей школы.





Андрей ТАРАНОВ,
ФГУП «Крыловский государственный
научный центр»



Алена МАЛЬЦЕВА,
RTCLOUD



Александр ЛЕБЕДЕВ,
ПАО «ОАК»

Поставщики импортного ПО и оборудования никогда не ставили своей задачей повышение производительности труда в нашей стране.

Виктор Силин

Инновации судостроения

Открывая работу секции «Цифровизация в гражданском судостроении», **декан факультета кораблестроения и океанотехники СПбГМТУ Андрей Новиков** на правах модератора заметил: «Когда мы в рамках ИТМаш создавали эту секцию, особо значимые проекты только зарождались. Сейчас можно поговорить о том, что все участники – и ОСК, и Крыловский центр, и Онежский завод – успешно сдают этап за этапом».

Директор департамента цифровой трансформации и информационных технологий АО «ОСК» Андрей Бреган рассказал о задачах цифровизации на его предприятии. «Если посмотреть на задачу, которая стоит перед ОСК в плане гражданского судостроения, то мы видим, что примерно 40% рынка

принадлежит ОСК. Согласно оптимистическому прогнозу, увеличение составляет более чем в три раза. В итоге от нас потребуется наращивание выпуска изделий более чем в пять раз». Спикер рассказал о проектах первой очереди, которые включают в себя планирование ресурсов предприятия (ERP), управление жизненным циклом продукта (PLM), управление производственными процессами (MES), управление мастер-данными (MDM), управление складом и цепочками поставок (WMS), системы инженерного анализа (CAE), одномерное математическое моделирование процессов и систем (CAE), управление жизненным циклом продукта (PLM), в том числе PDM, проектирование изделий и технологических процессов (CAD/CAM/CAPP). Использование этих компонентов направлено на повышение эффективности и оптимизацию производственных процессов предприятия.

О ключевых аспектах цифровизации в судостроительной отрасли шла речь в выступлении архитектора цифровой трансформации производственных систем **АО «ОСК» Максима Вихлянова**. Эксперт акцентировал внимание на текущем состоянии технологического уклада в отечественном судостроении и направлениях его смены для повышения

конкурентоспособности. Также была представлена стратегия цифровой трансформации ОСК. Проект судостроительной САПР станет основой для внедрения технологий информационного моделирования (ТИМ). Обсуждались требования к программному обеспечению судостроительной САПР, учитывающие объекты морской техники, в частности, подводные лодки и нефтедобывающие платформы. Спикер отметил, что данные объекты классифицируются как сложные (категория V), что подчеркивает необходимость системного подхода к проектированию и реализации проектов в этой области.

Руководитель дирекции по информационно-коммуникационным технологиям и цифровому развитию ФГУП «Крыловский государственный научный центр» Михаил Скулябин поделился опытом реализации проекта внедрения системы динамического моделирования технических

Раньше ПО было помощником человека, теперь должно заменять его там, где это возможно.

Виктор Силин



Александр МЕДВЕДЕВ,
ПАО «ОАК»

систем на базе программного комплекса Simintech с адаптацией программного обеспечения для создания энергетических установок объектов морской техники с электродвижением. На втором этапе проекта не выявлено рисков реализации. На третьем и четвертом этапах будет выполнена валидация компьютерных моделей систем энергетических установок объектов морской техники с электродвижением в нормальных переходных и аварийных режимах. В результате внедрения решения будут подготовлены компьютерные модели элементов и систем, выполнена их валидация, разработаны технологии отладки алгоритмов управления электромеханическими системами сбора, обработки, хранения, передачи и представления данных гидродинамического эксперимента. Наряду с этим будет сформирован валидационный базис, запущен в промышленную эксплуатацию программный комплекс Simintech.

Выступление начальника отдела математического моделирования и суперкомпьютерных технологий **ФГУП «Крыловский государственный научный центр» Андрея Таранова** было посвящено реализации проекта внедрения пакета программ «Логос» в области гидроаэродинамики и прочности объектов морской

техники. Спикер представил проект «Внедрение системы виртуального моделирования на базе пакета программ «Логос»». Решение позволяет прогнозировать гидродинамические характеристики объектов морской техники с точностью, сопоставимой с зарубежными аналогами. Однако полный отказ от зарубежного ПО класса CAE невозможен из-за необходимости дальнейшего развития «Логоса» для решения более сложных задач. Ограниченная функциональность пакета, отстающая на пять-десять лет, затрудняет разработку новых объектов морской техники. Необходимо создать препроцессор с расширенными возможностями и интеграцией с отечественными CAD-системами. Опыт Крыловского центра показывает, что без единого геометрического ядра невозможно создать эффективный мультидисциплинарный пакет инженерного анализа. Кроме того, требуется платформа, аналогичная Ansys Workbench, для решения комплексных задач, таких как гидроупругость. В настоящее время использование модуля «Логос-платформа» для тестовых задач невозможно без привлечения разработчиков.

Облачные решения «РТКлауд» для высокопроизводительных инженерных расчетов представила **руководитель проектов RTCLOUD Алена Мальцева**.



Стенд компании «Тоталити»

Первое решение при выполнении расчетов говорит о том, что конструкция неработоспособна.

Сергей Розинский

«У нас наблюдается значительный рост в строительной отрасли. Причины этого роста не очевидны. Задача – повысить суверенитет, не допустить конкуренции с китайскими производителями. И конечно, под задачи, которые сейчас стоят перед ИТ-подразделениями, потребуются достаточно серьезные производственные мощности», – поделилась эксперт. Наличие у организации лицензии ФСТЭК позволяет вести деятельность в области технической защиты конфиденциальной информации. А лицензия ФСБ разрешает разработку, производство и распространение шифровальных (криптографических) средств. Эти документы подтверждают высокие стандарты безопасности и соответствие требованиям законодательства в области защиты информации, кроме того, открывают возможности для сотрудничества с государственными структурами и другими организациями, требующими надежной защиты данных.



Кирилл КУШЕВ,
ППО ПАО «ИЛ»



Анастасия КОРОЛЕВА,
Росатом Цифровые решения (госкорпорация «Росатом»)



Антон ПОТАПОВИЧ,
компания «Интермех»

Чтобы заставить расчетчиков освоить систему, мы выпускали нормативные документы нагибательного характера.

Евгений Повереннов

Заместитель главного инженера – начальник ОВИТ АО «ЦС "Звездочка"» Сергей Маковецкий осветил тему трансформации бизнес-процессов на базе информационной системы «Антон». В системе многие процессы автоматизированы, начиная с технологической и конструкторской подготовки производства и заканчивая бухгалтерским налоговым учетом, рассказал спикер. Кроме того, предусмотрены различные варианты работы с бизнес-процессами, что позволяет создавать их непосредственно в системе и настраивать параметры взаимодействия между различными участками и узлами, а также связываться с документами. Процесс запускается автоматически при прохождении услуг предприятия. Наряду с этим в системе реализованы OLAP-кубы, на основе которых была предпринята попытка построить бюджетирование. Хотя эта попытка не увенчалась успехом, OLAP-кубы продолжают функционировать и использоваться.

Датацентричное производство

Секцию «Перспективы перехода к датацентричному производству в машиностроении на примере гражданского авиастроения» провел директор по цифровой трансформации и информационным технологиям ПАО «ОАК» Александр Лебедев.

Первым на заседании выступил директор департамента цифровой трансформации ПАО «ОАК» Александр Медведев, который представил проект внедрения автоматизированной системы конструкторско-технологической подготовки производства на базе российского программного комплекса T-FLEX PLM (АСУ КТПП). Специалистам предстояло реализовать комплексный подход к работе над изделием. Выполнение проекта способствует внедрению на предприятии методов цифровой обработки данных в едином информационном пространстве. Проект рассчитан на два с половиной года. В настоящее время система готовится к вводу в промышленную эксплуатацию в филиале ПАО «ОАК». Использование данного решения позволит в дальнейшем тиражировать создаваемый программно-аппаратный комплекс на пяти предприятиях ОПК (ЦАГИ, КБМ, ТМКБ «Союз», «Регион» и корпорация «МИТ»). В выступлении были отмечены

некоторые сложности реализации проекта.

Выступление начальника отдела разработки и внедрения систем информационной поддержки процессов эксплуатации и ППО ПАО «ИЛ» Кирилла Кушева было посвящено работам по модификации электронных ресурсов и переносу бумажных документов в электронный формат. Для ускорения процесса эксперт предложил использовать в работе с документами искусственный интеллект. Цель проекта – создание потенциала для работы с отсканированными бумажными документами в системах класса DLM/PDM/PLM с возможностями, близкими к электронным документам. Решение предусматривает разграничение прав доступа, поиск по атрибутам, структурированное хранение данных, возможность конфигурирования изделия, поддержку процедур проведения изменений и т. д. На сегодняшний день запущен пилотный проект, в котором

Процесс один, а в каждом подразделении он свой – неповторимый и бессмысленный в своей уникальности.

Игорь Грибов

до 2028 г. будут вестись доработки. Развитие проекта повысит качество проектирования, разработки и внедрения АС, будет способствовать бесшовной интеграции с ЕС и T-FLEX, созданию электронного архива КТД.

Проект «Логос», нацеленный на развитие САЕ-системы в авиации, представила **руководитель направления по техническому консалтингу ООО «Росатом Цифровые решения» (госкорпорация «Росатом») Анастасия Королева**. Всего было продемонстрировано семь решений. В частности, «Логос аэро-гидро» отвечает за моделирование аэро-, гидро-, газодинамических процессов, «Логос тепло» – за моделирование процессов теплопередач и фазовых переходов, «Логос эми» – за моделирование электромагнитных процессов.

Белорусская компания «ИНТЕРМЕХ» специализируется на автоматизации высокотехнологической подготовки производства и разработке собственных решений в области управления инженерными данными. **Руководитель направления по работе с ключевыми клиентами «Интермех» Антон Потапович** поделился опытом реализации пилотного проекта, «призванного структурировать текущие расчетные данные» для ПАО «Яковлев» на базе IPS PLM. Докладчик выделил несколько особенностей платформы IPS: гибкая модель данных, расширяемость возможностей системы системными и пользовательскими модулями, масштабируемая архитектура. В проекте для ПАО «Яковлев» были решены задачи по структурированному хранению САЕ-данных в виде дерева проекта, созданию интерактивной связи между данными расчета (САЕ) и исходными электронными моделями (CAD). «Наша идеология при внедрении продукта «Интермех» – максимальная интеграция всех данных, которые есть у заказчика», – подчеркнул представитель компании.

Вместо послесловия

В течение двух дней работы «ИТМаш-2024» на нескольких



тематических секциях шел разговор о лидерстве в сфере цифровой трансформации. Считается, что сегодня эта роль принадлежит ИТ-блоку. Но трансформация предполагает изменение, а это сфера деятельности руководителей, которые непосредственно отвечают за подобные преобразования. ИТ-специалисты создают возможности для изменений, выбирают технологии, а применять их или нет, решает бизнес, руководствуясь стратегическими планами.

Общей для ряда секционных заседаний стала тема роли ИЦК, в частности, отведенная данным центрам в рамках импортозамещения. Один из выводов экспертов состоит в том, что ИЦК – это «не отлитая в граните» конструкция, форматы ее работы подвержены изменениям, необходимым, чтобы двигаться дальше.

Среди других активно обсуждаемых вопросов – оптимизация процессов планирования длинных производственных цепочек, применение российских технологий инженерного анализа, адаптация промышленности к переносу данных на отечественные платформенные решения.

В центре внимания экспертов в сфере специального машиностроения были задачи, связанные с конструкторской, инженерной подготовкой изделий. Предприятия

У трубопровода нет черного ящика, а система достаточно сложная. В одном месте потянул – в другом вылезло.

Сергей Сумароков

занимаются этой тематикой совместно с ключевыми поставщиками программного обеспечения. По выступлениям вендоров можно было проследить, насколько продвинулись компании в разработке соответствующего ПО.

Современная промышленность предусматривает партнерство, в том числе межотраслевое сотрудничество на уровне проектировщиков, конструкторов и технологов, что требует инфраструктурного и информационного взаимодействия. Открытые архитектуры, применяемые в разработке ПО, позволяют работать с API друг друга и формировать наборы данных, необходимые заказчикам, дилерским и сервисным центрам, чтобы обеспечивать, в частности, техподдержку и гарантийное обслуживание. Появление программных инструментов, которые позволят наладить подобное взаимодействие в формате онлайн, станут большим шагом вперед для отрасли машиностроения в целом. ■