

Цифровой вектор промышленности

Первая международная конференция «Информационные технологии в машиностроении» («ИТМаш-2020») состоялась 25 июня 2020 г. В мероприятии, организованном в онлайн-режиме Издательским домом «КОННЕКТ» и Ассоциацией «Цифровые инновации в машиностроении», приняли участие около 500 человек. Аудитория международного форума была представлена специалистами и экспертами из восьми стран: Белоруссии, Германии, Казахстана, Молдавии, Монголии, России, Узбекистана и Чехии. Генеральным партнером конференции выступил Консорциум «РазВИТие». Мероприятие поддержали компании Cisco и RRC, Infor и IPL Consulting, «Техэксперт», IBS, ГК «ПЛМ Урал», «КЭПОРТ».

В пространстве Индустрии 4.0

Открылась конференция панельной дискуссией на тему «Эффективная интеграция программных продуктов и платформ разных вендоров как основа цифровой трансформации в машиностроении». Модерировал обсуждение **председатель правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении», директор Института информационных систем и технологий ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» Борис Позднеев.**

Повестка дискуссии, организованной по принципу

мозгового штурма, включала в себя, в частности, вопросы, связанные с отношением специалистов к Индустрии 4.0, актуальностью мероприятий, проектов и платформ, предусмотренных программой «Цифровая экономика Российской Федерации». Эксперты заострили внимание на перспективах сквозных цифровых технологий в машиностроительном комплексе, проблемах, препятствующих интеграции в рамках имеющейся ИТ-инфраструктуры, вероятных рисках при создании в машиностроительном комплексе «умных» производств и цифровых предприятий.

В разговоре приняли участие **независимый эксперт в области инновационных технологий изготовления деталей в машиностроении Михаил Аладышкин, директор по стратегическому развитию компании АСКОН Евгений Бахин, генеральный директор компании ELANOR Филип Бушина, председатель ТК-164 «Искусственный интеллект» Сергей Гарбук, председатель ТК-22 «Информационные технологии» Сергей Головин, исполнительный директор компании «АЙПЛ Консалтинг» Владимир Капустин, профессор Университета прикладных наук Дрездена**



Юлия Краузе, первый заместитель председателя Комитета по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия РСПП Андрей Лоцманов, президент Национальной палаты инженеров Игорь Мещерин, заместитель генерального директора АНО «Агентство по технологическому развитию» Михаил Носов, управляющий директор по развитию цифровых технологий «Локотех» Дмитрий Сергиенко, президент Консорциума «Кодекс», руководитель информационной сети «Техэксперт» Сергей Тихомиров, менеджер по развитию бизнеса ЦОД компании Cisco Дмитрий Хороших и руководитель отдела продаж в СНГ, Азии компании Schuler Pressen GmbH Ральф Швайцер.

Машиностроение традиционно составляет основу российской экономики. В советские времена в машиностроительном комплексе насчитывалось 19 ключевых отраслей и более 100 специфических производств. Техническое и технологическое перевооружение – обязательное условие цифровой трансформации.

В начале дискуссии эксперты отметили, что базовый набор технологий, внедряемых российскими предприятиями, примерно тот же, что используют зарубежные компании. При этом ключевой вопрос – эффективность их применения. Реализацию концепции «Индустрия 4.0», предусматривающей, в частности, создание «умных» производств, их взаимодействие в интернет-пространстве, участники дискуссии считают приоритетным направлением. Движение по этому пути позволит обеспечить рывок в решении задач импортозамещения и развития экономики в целом. В то же время цифровизация – не самоцель. Современные технологии нужны для проектирования изделий, создания услуг, конкурентоспособных на мировом рынке, обеспечения преимуществ компаниям, которые выбирают такие изделия или услуги.



Филип БУШИНА,
генеральный директор компании
ELANOR

Среди актуальных задач участники дискуссии назвали повышение конкурентоспособности не только выпускаемой продукции, но и целых отраслей, их эффективное взаимодействие в условиях, когда границы между индустриями размываются. При разработке стандартов необходимо учитывать имеющиеся ресурсы предприятий, которые предстоит встраивать в производственные цепочки. Ценность такого подхода очевидна на примере развития мирового автопрома, состоящего из трех-четырёхуровневой цепочки поставщиков.

Для российского рынка актуальна проблема уровня зрелости процессов управления, определяющая готовность поставщиков работать в рамках сквозного процесса. Далеко не все отечественные предприятия понимают необходимость адаптации к процессной модели и изменения бизнес-процессов, испытывают трудности вхождения в мировое пространство Индустрии 4.0. И это одна из причин того, что автокомпоненты на российский рынок поставляют зарубежные предприятия. Без изменения устаревших процессов не стоит рассчитывать на результативность внедрения технологий, подчеркивали эксперты.

В нашей стратегии развития радиоэлектронной отрасли не указано ни сроков, ни ответственности в отличие от аналогичных стратегий Тайваня и Китая.

Олег Иващенко

При создании упорядоченной структуры взаимодействия поставщиков большую роль играют стандарты, унифицированные подходы к построению архитектуры бизнес-процессов и качеству менеджмента. Введение на предприятиях должности директора по цифровому развитию не означает, что вчерашний ИТ-директор получил дополнительные ресурсы, полномочия, приобрел новые компетенции.

Показателен успешный опыт промышленных предприятий Германии. Один из участников дискуссии назвал немецкий автопром локомотивом цифровизации. Но сегодня стоит задача помочь малым и средним предприятиям воспользоваться преимуществами цифровизации. В большей мере это касается не автопрома, а других сегментов, где предприятия вынуждены осваивать цифровые технологии и готовы воспользоваться услугами, помогающими совершить переход к цифровой трансформации.

Один из немецких экспертов отметил, что вопрос об отношении специалистов, управленцев к Индустрии 4.0 уже не актуален, поскольку данная тенденция – логический шаг в эволюции развития технологий. Российский коллега попытался возразить, что для нашей страны с учетом размеров ее территории это все же не праздный вопрос. В ходе обмена репликами участники обсуждения сошлись во мнении, что изменения в отрасли начинаются не с преобразования производственных процессов, а с изменения мышления и готовности к переменам. Важно расширять аудиторию, подогревать интерес к обсуждению предстоящих изменений. В таких мероприятиях должны участвовать не только ИТ-специалисты, но и юристы,

В результате внедрения ИИ в закупках компания «ТВЭЛ» сократила трудозатраты в 16 раз.

Юрий Козеренко

психологи, представители других профессий. Нужно прилагать усилия к тому, чтобы философия изменений положительно воспринималась обществом в целом.

Участники дискуссии заострили внимание на том, что цифровая трансформация предусматривает в первую очередь изменение бизнес-модели. Начинать надо с поиска ответа на вопрос, готово ли предприятие выбрать бизнес-модель, которая позволит преобразовать компанию, чтобы выйти на другой рынок, освоить новый вид продукции. Возможностей для этого немало. Появилось достаточное количество апробированных технологий, помогающих осуществить трансформацию. Хорошие примеры подают целые индустрии и сегменты (в частности, связанные с перевозками). В результате смены бизнес-модели предприятия выбрали путь цифровых преобразований и кардинально поменялись.

Сдерживающим фактором цифровизации, причиной неготовности к переменам эксперты назвали избыточные и неиспользуемые производственные мощности. Наличие избыточных мощностей не стимулирует к обновлению. Любые преобразования подпитываются задачами, которые предстоит решить.

При создании базовых стандартов, регламентов в России важно учитывать лучшие практики, опыт зарубежных партнеров. Но основу при формировании такой базы должны составлять отечественные технологии. Возможно, они незрелые, как говорят представители ИТ-сообщества, но если мы не заложим российские решения и технологии в концепцию «Индустрии 4.0» при построении цифрового пространства хозяйствования,

то цифровая экспансия будет не в нашу пользу.

Можно дискутировать о способах организации производства, преимуществах цифровизации. Но не стоит забывать, что производство должно соответствовать запросам рынка, своевременно реагировать на новые задачи. В Европе (пусть и не во всех странах) промышленность развивается семимильными шагами. Начинали там с цифровизации отдельного оборудования, сборочных линий, а сегодня идет речь о цифровизации целых производств. У России другой альтернативы нет. Иностранцы участники дискуссии заявляли о готовности европейских предприятий к сотрудничеству с российскими компаниями.

Оживленно обсуждался вопрос достаточности мероприятий, проектов и платформ, предусмотренных программой «Цифровая экономика Российской Федерации». Высказывалось мнение о том, что в программе не учтены потребности промышленности, в частности обрабатывающих отраслей. Мероприятия платформы фрагментарны, не в полной мере отражают запросы машиностроения. Другая точка зрения сводилась к тому, что в рамках цифровизации надо думать прежде всего о заказчиках, рынках сбыта,

цене продукта. Рубикон пройден: в начале июня Правительство РФ утвердило стратегию развития обрабатывающих отраслей. Некоторые эксперты считают, что наконец удалось от теории и лозунгов перейти к делу. Предусмотренные документом стратегические и тактические направления работы позволяют определять потенциал развития программных инструментов для конкретных отраслей и рынков. Теперь дело за финансированием и проработкой обеспечивающих мероприятий.

В ответном контраргументе было сказано, что ресурсы предусмотрены большие, но они недостаточно сконцентрированы, поэтому могут не дать желаемого эффекта. На те ли точки направляются бюджетные вливания, служащие катализатором процесса? Дадут ли предприятиям эффект платформы, разработка которых будет профинансирована? Голосование по этим вопросам показало, что мнения разделились.

В ходе дискуссии обсуждались и другие не менее актуальные для машиностроительного комплекса вопросы, решение которых позволит нарастить экспортный потенциал отечественных предприятий, обеспечить выполнение стратегических задач, поставленных руководством



Андрей ЛОЦМАНОВ,
первый заместитель председателя Комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия, председатель Совета по техническому регулированию и стандартизации при Минпромторге России



Игорь МЕЩЕРИН,
президент Национальной палаты инженеров

страны. Одна из таких задач – возвращение России в число ведущих экономических держав.

Готовность к изменениям

Продолжением дискуссии стало пленарное заседание, в ходе которого докладчики затронули актуальные для машиностроительного комплекса задачи. В центре внимания были вопросы цифровой трансформации российского машиностроительного комплекса. Международный состав участников конференции позволил представить европейский опыт модернизации различных индустрий, рассказать о направлениях российско-германского сотрудничества в области стандартизации и развития Индустрии 4.0, роли кооперации при реализации проектов создания «умных» фабрик и производств.

Открылось пленарное заседание выступлением **первого заместителя председателя Комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия, председателя Совета по техническому регулированию и стандартизации при Минпромторге России Андрея Лоцманова.** В докладе шла речь о роли стандартизации в цифровой трансформации экономики. Из применяемых

в мире 3 тыс. международных ИТ-стандартов в нашей стране принято лишь 5–7%. Существующие системы стандартизации и оценки соответствия складывались более 100 лет назад для нужд второй промышленной революции. Новый промышленный уклад строится на цифровых технологиях. Создание платформы «Индустрия 4.0» невозможно без стандартов. Общественный план действий, обеспечивающих восстановление занятости и доходов населения, рост экономики и долгосрочные структурные изменения, предусматривает ускоренное внедрение цифровых технологий. Комитет РСПП предложил подготовить межведомственный план разработки отечественной платформы «Промышленность РФ 4.0», а также утвердить программу внедрения комплекса ИТ-стандартов для нее.

Президент Национальной палаты инженеров Игорь Мещерин посвятил свое выступление вопросам технологического инжиниринга и информационного моделирования объектов промышленности. Два года назад Палата совместно с Минпромторгом РФ выступила инициатором разработки законопроекта «Об инженерной деятельности в РФ» и создания межведомственных рабочих групп по развитию

Только в радиоэлектронном кластере остатков на складах накопилось на 100 млрд руб., и это не злой умысел, но и мелкосерийное производство.

Андрей Коннов

инжиниринговой деятельности. Об актуальности данного направления свидетельствует растущий интерес к мероприятиям, проводимым Палатой в онлайн-режиме. Одно из таких мероприятий связано с развитием единой информационной площадки на базе ГИСП. Палата предложила разработать модуль «Технологический инжиниринг и проектирование» в составе машиночитаемой базы нормативной информации технологического инжиниринга и проектирования, библиотеки основного и вспомогательного технологического и инженерного оборудования. Докладчик заострил внимание на необходимости введения в законодательство термина «технологическое проектирование». Распоряжением Правительства РФ от 11.06.2020 № 1546-р утверждена дорожная карта в области инжиниринга и промышленного дизайна.

Проекты создания «умного» производства и цифровых двойников представил **руководитель отдела продаж в СНГ, Азии компании «Шулер Прессен» Ральф Швайцер.** Среди



Ральф ШВАЙЦЕР,
руководитель отдела продаж в СНГ, Азии компании «Шулер Прессен»



Юлия Краузе,
профессор Университета прикладных наук Дрездена

Внедрение 3D-проектирования привело к сокращению общего времени разработки новой модели с 14 до восьми недель.

Павел Бурцев

основной продукции этого поставщика высокотехнологичного оборудования и системных решений для цифровой трансформации – прессы, программные инструменты, комплекс сервисных услуг. Цифровизация стала определяющим компонентом прессового цеха будущего, а затем и «умного» прессового производства. Компания предложила своим клиентам программы, предусматривающие «умное» моделирование и поддержку, систему контроля оборудования и т. д. Рекомендации по улучшению производственных показателей строятся на основе непрерывного анализа собираемых и анализируемых в онлайн-режиме данных. Одним из компонентов реализуемого подхода являются постоянное совершенствование и преобразование цифровой тени прессового производства. В докладе также шла речь о функции цифровой защиты инструмента и платформе цифровых двойников, обеспечивающей возможность виртуального ввода оборудования в эксплуатацию до его поставки

заказчику. Стоит отметить, что фирма «Шулер Прессен» разработала проект для реализации на российском рынке.

Еще один представитель Германии – профессор Университета прикладных наук Дрездена **Юлия Краузе** – выступила с докладом «От эффективных к «умным» фабрикам через кооперацию». Задачи повышения качества продукции, эффективности производства актуальны всегда. Но в современном мире на первый план выходят требования, заставляющие предприятия учиться быстро реагировать на меняющиеся запросы

заказчиков. Сегодня невозможно проектировать заводы, которые будут производить одну и ту же продукцию многие годы. Одной из ключевых целей становится создание гибкого производства. Цифровизация – это не тренд, а реальность. На этапе внедрения технологий важно фокусироваться не на собственном предприятии, а на сетевой платформе. Над реализацией этого сценария трудятся немецкие ученые. Чтобы оценить шансы на цифровизацию, стоит оценивать ряд таких направлений, как прозрачность информации, эффективность и производительность, улучшение экологических показателей, конкурентоспособность и бизнес-модели. Одна из доминирующих европейских тенденций в машиностроении – переход от производства машин, оборудования к предоставлению сервисных услуг.

На особенностях применения технологий искусственного интеллекта в машиностроительной отрасли заострил внимание в своем выступлении **председатель ТК-164 «Искусственный интеллект» Сергей Гарбук**. Создание и испытание технологий ИИ невозможно без использования соответствующим образом подготовленных специальных наборов исходных данных – обучающих и тестовых выборок,



Сергей ГАРБУК,
председатель ТК-164 «Искусственный интеллект»

непосредственно связанных с прикладной задачей обработки данных, на решение которой направлена соответствующая технология. Задачи ИИ в машиностроении можно сгруппировать по трем направлениям: поддержка действий человека, промышленная робототехника и моделирование (предиктивное обслуживание оборудования, управление в условиях угроз безопасности, моделирование окружающей среды при виртуальных испытаниях изделий машиностроения). Основные сдерживающие факторы использования возможностей ИИ связаны с недостатками нормативно-технического регулирования. Отсутствие доверия к системам ИИ обусловлено, в частности, ограничениями на применение таких систем при решении ответственных задач. Дают о себе знать и метрологические сложности – трудно оценить прикладной эффект от использования систем ИИ. Отсутствие стандартных форматов представления данных, требований к формированию обучающих и контрольных выборок выливается в проблему эффективного встраивания систем ИИ в информационно-коммуникационную инфраструктуру.

Практике цифровизации в различных отраслях промышленности посвятил свое выступление



Дмитрий ХОРОШИХ,
менеджер по развитию бизнеса ЦОД,
компания Cisco



Евгений БАХИН,
директор по стратегическому развитию компании АСКОН, Консорциум «РазвИТие»,

директор по стратегическому развитию компании АСКОН, Консорциум «РазвИТие», Евгений Бахин. В качестве примеров рассматривались кейсы концерна «Океанприбор», ФНПЦ «Титан-Баррикады» и Балтийского завода. Система «Лоцман» стала основой производственной системы «Океанприбора». В ФНПЦ «Титан-Баррикады» применяются цифровые 3D-модели изделий для ЖЦИ, развернут удостоверяющий центр, обеспечена интеграция решений «Лоцман:PLM» и «1С:УПП», автоматизированы управление и контроль станков с ЧПУ. На Балтийском заводе управление технологической подготовкой производства осуществляется на основе инструментов, разработанных отечественной компанией. От решений PLM и ERP к архитектуре цифровых предприятий – такой подход выбрал Консорциум «РазвИТие» для решения задач, стоящих перед промышленными предприятиями. Предприятия, которые своевременно приступили к внедрению цифровых технологий, оказались готовы к работе в кризисных условиях, вызванных пандемической ситуацией.

Менеджер по развитию бизнеса ЦОД компании Cisco Дмитрий Хороших представил современную ИТ-инфраструктуру для построения цифрового

Планированием информационных процессов должен заниматься не мастер в цеху, а стратег.
Арсений Брыкин

предприятия. Большинство проблем ИТ-инфраструктуры связано не с поломками, а с человеческим фактором. Эволюцию методик управления такой инфраструктурой, происходящими в ней изменениями можно представить на примере сквозной аналитики работы и мониторинга всех приложений, а также использования серверной платформы. Аналитика на уровне инфраструктуры позволяет выявить узкие места, оптимизировать имеющиеся ресурсы. Большое внимание в докладе было уделено единой универсальной платформе центров обработки данных от Cisco, а также портфолио решений компании для построения аналитических платформ. Алгоритм трансформации ИТ-инфраструктуры предусматривает четыре шага: анализ и поиск узких мест, наведение порядка, высвобождение ресурсов для развития и внедрение типовых решений.

О любопытном кейсе, реализованном крупнейшим отечественным производителем грузовых вагонов в рамках стратегии перехода к Индустрии 4.0

За четыре года работы системы ПРАНА количество внеплановых инцидентов уменьшилось на 72%, что дало 90% сокращения ущерба.

Максим Липатов

в машиностроении с использованием российского и международного опыта, рассказал **исполнительный директор компании «АЙПЛ Консалтинг» Владимир Капустин**. Система управления предприятием изначально строилась на основе лучшего международного опыта и отраслевой ERP-системы. Среди ключевых требований данного проекта стоит отметить жесткий технологический контроль всего процесса производства, внедрение нового уровня контроля качества, а также сквозную интеграцию информационных систем. Для выполнения указанных требований были выбраны отраслевая ERP-система Infor LN как лучшая в своем классе, интеграционная шина Infor ION, SCADA/АСУ ТП системы от поставщиков технологического и лабораторного оборудования. Команда проекта, которой в дальнейшем предстоит отвечать за систему, подбирается по принципу кросс-функциональности. Зона ее ответственности – целостность процессной модели. На этапе реализации таких проектов не удается избежать трудностей, одной из которых наряду с интеграцией разнородных систем является обеспечение регулярной работы персонала в системе. На старте сотрудники нерегулярно работают в системе, пытаются ее обойти. Поэтому контроль производства осуществлялся только на основании данных системы, предусмотрена возможность блокировки движения в системе, если предыдущая операция не выполнена.

Своим видением актуальных проблем цифровизации машиностроительной отрасли поделился с участниками конференции **президент Консорциума «Кодекс», руководитель информационной сети «Техэксперт» Сергей**



Владимир КАПУСТИН,
исполнительный директор компании «АЙПЛ Консалтинг»

Тихомиров. Движение в сторону цифровой экономики невозможно без перехода от создания традиционных нормативных документов к цифровым стандартам и системам управления требованиями. По словам эксперта, бумажные документы – это прошлое, электронные – настоящее, а цифровой документ (стандарт) – будущее. Системы управления требованиями (СУТР, RMS) служат основой цифрового моделирования (создания цифровых двойников) продукции и представляют собой электронный технический проект (эталон) изделия. Полноценное внедрение систем управления требованиями на российском рынке сдерживается высокой трудоемкостью работ, нерешенным вопросом управления нормативными требованиями, отсутствием отечественных систем. Для целей машинного поиска, анализа, сравнения и создания автоматизированных сервисов необходимо новое цифровое представление стандартов – smart-стандарт, считает эксперт.

Локомотивы цифровизации

Модератором тематической секции, посвященной задачам цифровизации в транспортном машиностроении, стал директор

департамента – **главный конструктор цифровых систем проектирования ПАО «КАМАЗ» Алексей Пуртов**. Он же выступил с докладом, в котором детально рассказал о цифровой платформе Kamotive – единой цифровой экосистеме распределенной разработки высокотехнологичной продукции. Цель проекта – создание цифровой платформы для реализации промышленными предприятиями совместных проектов по разработке высокотехнологичной продукции, объединяющей передовые технологии в бизнес-процессе разработки и обмена цифровыми данными. Среди решаемых на платформе задач – построение бизнес-процессов проектирования сложных изделий; использование специализированного ПО для решения инженерных задач; возможность удаленного доступа к вычислительным мощностям для выполнения инженерных работ; формирование банка методик и интерактивной справки для этапов проектирования. Одно из преимуществ подключения к платформе – стандартизация процессов разработки и форматов обмена данными, интеграция систем управления требованиями и инженерными расчетами.

О другой платформе – для накопления и анализа данных

Около 60% предприятий
не видят дальше, чем на год.
Арсений Брыкин



Алексей ПУРТОВ,
директор департамента – главный
конструктор цифровых систем
проектирования, ПАО «КАМАЗ»

на базе решений Cisco – шла речь в выступлении **менеджера по развитию бизнеса ЦОД компании Cisco Дмитрия Хороших**. Основной тренд в аналитике данных – использование искусственного интеллекта. Компания предлагает несколько классов решений.

О подходах к решению задач в транспортном машиностроении рассказал **руководитель отдела маркетинга АСКОН, Консорциум «РазВИтие», Дмитрий Гинда**. При разработке программных продуктов для индустрии компания придерживается трех важных правил: информация вводится однажды; и передается многократно (повторный ручной ввод исключен), отсутствие конвертации данных, только прямая передача (бесшовная передача), на всех этапах используются единые данные (сквозные процессы). Сегодня компания не только располагает программными продуктами, но и на основе опыта и соответствующей методологии создает конфигурации программных комплексов.

Опыт импортозамещения PLM в партнерстве с компанией АСКОН представил **директор по информационным технологиям и связи АО «Уралтрансмаш» Марьян Гончар**. На этапе выбора ПО оценивались опыт использования продуктов

АСКОН на предприятии, наличие российского ядра, функциональные характеристики, степень синхронизации продуктов комплекса, стоимость комплекса, услуг по внедрению и условия поставки. Опытно-промышленная эксплуатация программного комплекса показала, что решения компании АСКОН в целом отвечают требованиям, заявленным АО «Уралтрансмаш». В программных продуктах необходимо добавить следующий функционал: возможность согласования НСИ в «Полином», процесс создания и ведения ремонтных составов в «Лоцмане», возможность одновременной работы с несколькими представлениями одного документа. Предстоит адаптировать программный комплекс под стандарты предприятия и обеспечить интеграцию с существующими системами.

Цифровизации производственных процессов «ЛокоТех» – крупнейшей в Европе сервисной группы по обслуживанию и ремонту локомотивов – посвятил свой доклад **управляющий директор по развитию цифровых технологий компании «ЛокоТех» Дмитрий Сергиенко**. Обслуживание локомотива в цифровом депо осуществляется с использованием АСУ «Сетевой график». На этапе контроля технологии ремонта реализованы

десятки функций встроенного качества для организации работы «Правильно или никак» с индивидуальной настройкой по каждому участку. Два года назад стартовал проект «Цифровое депо», реализация которого позволила получить рекордный коэффициент готовности к эксплуатации локомотивов «Ермак». Объединение проектов «Умный локомотив» и «Цифровое депо» в общую информационную систему даст возможность автоматизировать все производственные процессы.

В рамках цифровой трансформации бизнес-процессов Новочеркасского электровозостроительного завода запланировано полсотни инициатив, об этом рассказал **руководитель проекта «Цифровой завод НЭВЗ» Игорь Малакаев**. Цель проекта, реализуемого совместно с компанией «2050-Интегратор», – повышение эффективности системы планирования (коэффициент ритмичности выпуска серийных электровозов и ТЭД всех типов 0,95±1), общей эффективности работы оборудования (ОЕЕ не ниже 0,8),



Сергей ТИХОМИРОВ,
президент Консорциума «Кодекс», руководитель информационной сети
«Техэксперт»

Базовый набор технологий, внедряемых российскими предприятиями, примерно тот же, что используют зарубежные компании. Ключевой вопрос – эффективность их применения.

Евгений Бахин

внутренней и внешней логистики, а также эффективности работы персонала (увеличение на 30% выработки на одного рабочего) благодаря использованию технологий Индустрии 4.0. Уже введен в эксплуатацию роботизированный технологический комплекс по обслуживанию прессы для вырубki листов. К концу года планируется завершить внедрение MES-системы.

Директор научно-технического центра холдинга «Белкоммунмаш» Олег Быцко представил ИТ-технологии, используемые при проектировании современного электротранспорта. В линейке производителя представлены все виды электрического пассажирского транспорта (троллейбусы, трамваи, электробусы, есть опытные образцы гибридных автобусов) для перевозки пассажиров на городских маршрутах. Кроме того, на предприятии выпускается вся электронная «начинка» (бортовые устройства) для производимой техники, системы управления узлами и устройствами. В планах холдинга – разработка электрогрузовика, устройств, которые будут использовать отработанные на транспортных средствах батареи. Для автоматизации конструкторских и технологических процессов применяются продукты компании «Интермех». Производственные процессы автоматизированы на базе решений корпорации «Галактика». Внедрение современных технологий позволяет компании поставлять свою продукцию на европейские рынки.

Принципы построения эффективной системы ПБиОТ стали предметом выступления **директора департамента автоматизации производства компании IBS Ильи Кулакова.**

Проактивная модель управления рисками предусматривает поиск опасных факторов в процессах и анализ причин происшествий. Одной из особенностей процессов охраны труда и промышленной безопасности является их сквозной характер. Среди технологий Индустрии 4.0 для ПБиОТ эксперт выделил мобильные решения для сотрудников, модули дополненной реальности, прогнозную аналитику, машинное зрение и контроль применения СИЗ. В частности, в случае отклонений от регламента (нет необходимых СИЗ или выход за пределы рабочей зоны) система останавливает работу оборудования.

Автоматизация выпуска заказной (закупочной) документации средствами системы «Меркурий» – тема выступления **инженера-программиста Зеленодольского проектно-конструкторского бюро Ивана Кулагина.** Он представил пошаговые схемы выпуска заказной документации на этапах технического проекта, рабочего проектирования. Использование ресурсов системы дало возможность значительно уменьшить трудоемкость подготовки заказов.

Директор дирекции по качеству ПАО «Туполев» Владимир Новиков выступил с докладом, посвященным цифровизации в сфере управления внутренними и внешними нормативными документами на основе современного решения для отрасли «Техэксперт». Несмотря на декларируемый переход к безбумажным технологиям, обеспечение конструкторских и производственных отделов по-прежнему осуществляется методами, которые основываются на обеспечении учета, хранения и контроля актуальности бумажных копий документов. В сфере управления нормативной документацией с 1980-х гг. почти ничего не изменилось. В отделах стандартизации любого КБ размещены огромные стеллажи с документацией. Проект на основе системы «Техэксперт» призван

реализовать автоматизированную систему управления нормативной документацией и интегрировать внутренние стандарты предприятия и отраслевые в единой информационной среде.

Функционал и преимущества решения IC.IDO для виртуального и цифрового прототипирования представил **заместитель руководителя департамента ESI ГК «ПЛМ Урал» Рустам Валиуллин.** Решение, разработанное компанией ESI Group, применяется для проверки эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, интерактивной презентации изделия, цифровой сборки, совместной работы над изделием, анализа и оценок параметров. Основной функционал IC.IDO предусматривает поддержку всех типов CAD (NX, AutoCAD, «Компас 3D» и пр.) и любого современного VR-оборудования. Технология работы с массивными сборками позволяет быстро импортировать 3D-модели.

Главный эксперт НИУ ВШЭ, дирекция научных проектов, Алексей Антонов рассказал об интеллектуальных системах контроля ручных производственных операций при сборке, техническом обслуживании и ремонте автомобилей. Ошибки, допускаемые в результате усталости, халатности, нехватки квалификации персонала, приводят к отклонениям от регламентированных процессов и, как следствие, к невыполнению требований в области качества и промышленной безопасности. Вариантом решения является применение интеллектуальных технологий, предназначенных для контроля в режиме реального времени правильности выполнения ручных операций и интерактивной поддержки (сопровождения) персонала.

Применение решений на базе пре- и постпроцессоров ANSA/META и открытой платформы вычислительной гидродинамики OpenFOAM при проектировании изделий транспортного машиностроения – тема

доклада **инженера ИЦЦТМ УрФУ Артура Шмакова**. Пре- и пост-процессинг занимает до 70% времени инженера-расчетчика при решении задач. Экономически целесообразно создавать очередь из готовых задач для организации круглосуточной работы и повысить пропускную способность расчетного отдела за счет передовых инструментов пре- и постпроцессинга.

Цифровизация в энергетическом машиностроении

Обязанности модератора второй секции взял на себя **ИТ-директор компании ПАО «Силовые машины» Владимир Пуляев**.

Об особенностях цифровизации предприятий машиностроительной отрасли рассказал **руководитель проектов Консорциума «Кодекс» Александр Лебедев**. Компания «Кодекс» использует платформу «Техэксперт» для нескольких направлений: управления нормативно-технической документацией предприятий; управления нормативными требованиями к продукции; доступа и работы со всеми видами нормативных документов.

«Кодекс» пришел к разработке системы нормативно-технической документации, которая включает в себя шесть ключевых модулей: аудит НД, контроль информационной безопасности, планирование разработки НД, редакции проекта НД, обсуждение проекта НД, утверждение и регистрация НД. Центральным звеном системы является единый фонд электронных документов: «Документы в бумажном виде мы встречаем как экзотику, реликт прошлого, которое, если все еще и встречается, то лишь на предприятиях ОПК».

Заместитель директора по ИТ АО «ОДК» Дмитрий Елисеев представил корпоративную информационную систему управления нормативно-справочной информацией АО «ОДК».

Ключевыми возможностями технологической платформы Semantic MDM являются: многокритериальный, полнотекстовый, фасетный поиск; мощный семантический поиск, учитывающий взаимосвязи объектов; сохранение документов, ассоциированных с объектами классификации; пакетное редактирование и многое другое.

В ходе нескольких этапов внедрения архитектура системы управления НСИ на АО «ОДК» претерпела значительные изменения: «Чтобы вводить большое количество первичных данных и поддерживать их актуальность, мы начали применять машинное обучение и искусственный интеллект. Без применения ИИ один человек может заводить порядка 75 объектов НСИ за рабочий день, с использованием ИИ производительность сотрудника увеличивается в пять-семь раз – один человек обрабатывает до 500 заявок».

Организация процесса управления расчетными данными при цифровом проектировании (практика внедрения) была представлена в докладе **инженера ИЦЦТМ Уральского федерального университета (УрФУ) Марии Моисеевой**. Она рассмотрела внедрение технологий цифрового двойника газотурбинного двигателя на этапе проектирования на примере проекта ПК «Салют» АО «ОДК». В рамках первого этапа проекта была реализована система хранения более чем для 15 типов инженерных данных. Далее, в рамках интеграции расчетного ПО в PLM-систему были созданы инструменты для запуска напрямую из Teamcenter таких пакетов, как ANSYS Mechanical APDL и Ansys CFX, с возможностью автоматического импорта исходной геометрии. Была также настроена интеграция Teamcenter с расчетным пакетом Simcenter Amesim, что обеспечило прямой доступ к моделям, хранящимся в Teamcenter, и сохранение в него результатов. На третьем этапе проекта предусматривается

полная автоматизация расчетных процессов, что подразумевает в первую очередь выстраивание и полную интеграцию в PLM-систему всех бизнес-процессов предприятия.

Заместитель директора по проектам и продажам ТЕСИС, Консорциум «РазВИТие», Александр Щеляев рассказал об использовании программного комплекса FlowVision при разработке объектов атомной и традиционной энергетики. Он привел много примеров применения пакета FlowVision в самых разных областях: в традиционной энергетике – это моделирование процессов горения углеводородного газового и твердого топлива; в силовом оборудовании – задача охлаждения высоковольтного маслонаполненного трансформатора; в ветровой энергетике – нестационарные испытания ветроэнергетической установки; в атомной энергетике – моделирование процессов тепломассопереноса на различных этапах проектирования для оптимизации параметров отдельных элементов РУ. Высокое качество моделирования процессов на FlowVision было подтверждено в 2019 г. получением соответствующего сертификата в НТЦ ЯРБ «Ростехнадзора». Модуль FlowVision встроено в последнюю версию пакета «Компас-3D», если функциональности этого модуля будет недостаточно, нужно переходить на полную версию FlowVision.

Технический директор проекта ПРАНА АО «РОТЕК» Максим Липатов выступил с докладом «Предиктивная аналитика и удаленный мониторинг промышленного оборудования в новых условиях. Комплекс ПРАНА как ответ на вызовы пандемии». Первые идеи по созданию системы зародились еще в 2011 г., когда была осознана необходимость

Без изменения устаревших процессов не стоит рассчитывать на результативность внедрения технологий.

Владимир Капустин

обеспечить конкурентоспособность на рынке сервисных услуг. На сегодняшний день АО «РОТЕК» стоит на пороге создания четвертой версии ПРАНА. За четыре года работы системы в режиме коммерческой эксплуатации количество внеплановых инцидентов сократилось на 72%, что снизило ущерб практически на 90%.

С 23 марта 2020 г. офис ПРАНА перешел на удаленную форму работы – на дежурстве остались только диспетчеры, которые обеспечивали связь с объектами в режиме 24×7: «Данный трехмесячный период показал, что созданный продукт одинаково эффективен как при нахождении экспертов в офисе, так и при их распределенной работе из дома. При этом некоторые показатели даже улучшились, поскольку люди перестали тратить время на продолжительные поездки в офис».

Руководитель направления внешней цифровизации Блока директора по цифровизации АО «ТВЭЛ» Юрий Козеренко представил стратегию цифровизации Топливной компании «Росатома» на примере пилотного опыта применения ИИ в корпоративных процессах. Ключевыми направлениями внедрения сквозных технологий были выбраны: ИИ и роботы в закупках; мобильное/предиктивное ТОРО (техобслуживание и ремонт оборудования); ИИ и роботы в казначействе; видеоаналитика и охрана труда; цифровое производство; прогнозирование качества изделия и определение вероятности отбраковки.

Трансформацией ИТ-функции АО «ТВЭЛ» занимается с 2010 г.: за десять лет затраты были снижены почти на 40%, при этом сохранены и приумножены показатели работы – возросло число пользователей на одного ИТ-сотрудника и количество



Владимир КАПУСТИН,
исполнительный директор,
«АЙПЛ Консалтинг»

осуществляемых за год ИТ-проектов (с 5 до 30). В результате внедрения ИИ в закупках АО «ТВЭЛ» получило сокращение трудозатрат в 16 раз – по процессу формирования начальной максимальной цены договора и до 30% снижения трудозатрат профильных экспертов – при проверке технического задания.

Об опыте внедрения системы управления жизненным циклом изделия участникам конференции рассказал **директор по информационным технологиям и инженерно-техническому развитию АО «ТЯЖМАШ» Максим Ванюков**. Поэтапное внедрение PLM-решения позволило охватить весь жизненный цикл продукции – от подачи заявки до обслуживания и ремонта. В целях снижения влияния человеческого фактора и ускорения всего процесса были внедрены электронное согласование и передача состава изделия между службами: «Для отдельных видов производства мы практикуем безбумажные технологии, хотя есть некоторые виды производственных процессов, где от «бумаги» уйти пока невозможно – по требованию отдельных заказчиков и госорганов».

На предприятии постепенно внедряются интеллектуальные помощники для анализа: ошибок при формировании проекта; применимости материалов на основе

исторических данных; раскрытия на основе исторических данных; складских остатков на основе данных о возможных заменах и аналогах.

Исполнительный директор «АЙПЛ Консалтинг» Владимир Капустин представил доклад на тему «Специфика внедрения системы планирования и управления в позаказном производстве. Опыт заказчиков в России и Европе». Он проанализировал специфику внедрения системы планирования и управления на примере одного из ведущих производителей насосов в Европе, который выбрал для себя основные направления цифровой трансформации: автоматизированное механосборочное производство для Европы; переход на модель «сборка на заказ» из запаса комплектующих; унификация и централизация процессов проектирования; многоуровневое планирование; унификация процессов управления продажами, производством и логистикой в единой ИТ-системе; внедрение систем мониторинга. В результате проведенной трансформации были получены следующие результаты: цикл производства насоса от заказа до отгрузки с завода – не более недели, цикл поставки – от одной недели до четырех; при продаже в любой точке мира заказчик получает точную информацию о дате поставки; централизованное управление запасами готовой продукции и компонентами в будущих периодах с учетом доступности, состояния производства и сроков поставок; повышение качества за счет ритмичности работы.

Об особенностях внедрения системы оперативного управления производством на базе MES Hydra в АО ЧМЗ рассказал **руководитель проекта по автоматизации АО «Чепецкий механический завод» Аркадий Козлов**. Предпосылками к внедрению MES-системы послужила работа в рамках международной кооперации по проекту ИТЭР, ITER (Международный экспериментальный термоядерный реактор).

Иностранные партнеры требовали наличия ИТ-системы, обеспечивающей прослеживаемость как хода производства, так и данных о происхождении сырья, комплектующих и полуфабрикатов, которые входили в состав изделия. Вся эта информация должна была поступать в единую базу данных Агентства ИТЭР. Перечисленные требования предопределили и внедрение MES-системы, и выбор MES Hydra. Когда на предприятии оценили удобство нового инструмента, было принято решение о тиражировании данного решения на другие производственные подразделения.

Системный инженер Cisco Константин Мисуловин выступил с докладом на тему «Cisco Cyber Vision: как обезопасить свою технологическую сеть». Для обеспечения информационной защиты технологических сетей Cisco предлагает свой инструмент Cyber Vision, который проводит полную инвентаризацию, обеспечивает контроль взаимодействий и детектирует аномалии. Система Cyber Vision позволяет построить эталонную модель Baseline. Cyber Vision поддерживает самый широкий спектр разных типов производств и совместима с основными ОТ-вендорами. Решение Cisco состоит из базового контроллера Cyber Vision Center, который может быть развернут либо на виртуальной машине, либо на физическом апплайнсе. Для работы ему необходимы сенсоры – в настоящее время доступны четыре вида: «железный» сенсор на базе индустриального компьютера IC3000, три сетевых сенсора (коммутатор IE 3400, индустриальный маршрутизатор IR 1101, Catalyst 9300). Сенсоры будут «на лету» проверять весь трафик, проходящий по технологическим сетям.

Руководитель отдела САПР ООО «Тольяттинский трансформатор» Павел Бурцев рассказал о том, как с помощью функционально-стоимостного анализа подсчитать эффект от автоматизации. Развивать 3D-проектирование компанию побудила низкая производительность труда сотрудников.



Арсений БРЫКИН,
председатель Координационного совета Союза машиностроителей России

Узким местом, препятствующим повышению производительности труда в проектировании, стала разработка КД для остовов (основных несущих конструкций) трансформатора, которая сопровождалась длительным циклом создания, большой очередностью заданий, низкой расчетной пропускной способностью. В качестве конечных результатов внедрения Павел Бурцев указал следующие моменты: облегчение работы инженера-конструктора за счет исключения рутинных операций; сокращение общего времени разработки новой модели с 14 до восьми недель, а также исполнения на базе разработанной модели до одного-трех дней.

Главный конструктор АО «Уральский турбинный завод» Тарас Шibaев завершил работу секции докладом на тему «Цифровая трансформация в энергомашиностроении – с надеждой на единую экосистему». На первом этапе (с 1995 г.) в УТЗ велась разработка собственного ПО для расчетов. В 2004 г. началось внедрение первых простых САД-систем для черчения. В 2007-м получен первый опыт применения МКЭ от Ansys. В 2008 г. стартовал первый масштабный проект по САД. На 2011 г. приходится полноценное внедрение PDM-системы замкнутого цикла (PTC). В 2012 г.

Документы в бумажном виде мы встречаем как экзотику, реликт прошлого, которое если все еще и встречается, то лишь на предприятиях ОПК».

Александр Лебедев

имел место первый опыт кластерных расчетов. В 2015 г. начали проект «Единый расчетный комплекс», а еще через год стартовал проект «Цифровой макет изделия». В 2017 г. компанией «РОТЕК» внедрена система прогностики ПРАНА. На 2019 г. приходится завершение конструкторской фазы проекта «Цифровой макет изделия».

На 2027 г. в планах предприятия намечено промышленное освоение «цифровой турбины» как результат интеграции в единую информационную модель цифрового макета изделия, цифрового следа изготовления и цифрового двойника в эксплуатации. «Цифровая турбина» – это один из кубиков, который будет жить в составе «цифровой электростанции», включенной в «цифровую экономику». Как отметил Тарас Шibaев, в наши дни сама по себе цифровая трансформация не является большой проблемой – она лишь дело техники: «Проблема в том, чтобы трансформация выполнялась не ради самой себя, а приносила конкретные плоды для бизнеса».

Большинство проблем ИТ-инфраструктуры связано не с поломками, а с человеческим фактором.

Дмитрий Хороших

Особенности производства радиоэлектроники

Секция «Цифровизация в приборостроении и радиоэлектронике» была посвящена состоянию автоматизации и цифровизации предприятий радиоэлектронной промышленности России. Ее модератором выступил **председатель Координационного совета Союза машиностроителей России Арсений Брыкин**. Он же прочитал и вводный доклад, в котором отметил, что цифровизация для радиоэлектронной промышленности – это не только изменение бизнес-моделей и внедрение интеграционных технологий, но и возможность создавать новые продукты для цифровизации других отраслей. Арсений Брыкин посетовал, что цифровой трансформацией в России занимаются в основном крупные компании.

В целом выступления в секции можно было разделить на две группы: представители промышленных предприятий говорили о цифровизации как об элементе управления производством. В частности, об этом были доклады **генерального директора ООО «Орбита I» Артема Толкачева**, который рассказал о работе собственного производства, **заместителя начальника ИТ «ПАО Микрон» Олега Иващенко**, чей доклад был посвящен инструментам автоматизации в производстве микросхем, **начальника службы качества GS Nanotech Константина Скребова**, описавшего внедрение системы управления бизнес-процессами, и **начальника конструкторского отделения НТЦ АО «Радио-завод» Александра Комарова**, рассказавшего об инструментах проектирования производства. Все они в основном говорили о решениях для автоматизации

самого производства – ERP, MES, SCADA и других, называя именно их основой цифровизации промышленного предприятия.

Наиболее ярким сообщением от представителей промышленности стала презентация **Олега Иващенко**. Он подробно рассказал об используемых в производстве микросхем системах автоматизации и отметил, что «в радиоэлектронной отрасли без MES производство невозможно в принципе». То есть любое производство в радиоэлектронике изначально является цифровым, поэтому говорить о цифровой трансформации предприятий отрасли стоит только после решения других проблем. Он отметил, что для радиоэлектронной отрасли важнее инвестиции в развитие самого производства. По его данным, в мире за месяц производится 20 млн пластин кремния с микросхемами, в то время как в России – всего 10 тыс. При этом уже работающие технологии производства вполне могут быть масштабированы на большие объемы производства, но для этого нужны соответствующие инвестиции в закупку технологического оборудования.

Выступающие от научных организаций и бизнес-структур представляли цифровизацию как инструменты для гармонизации отношений между промышленными предприятиями. В частности, **главный научный сотрудник института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН Александр Олейников** рассуждал о необходимости обеспечения внутренней и внешней интероперабельности, **генеральный директор ООО «АЙ-СТОК» Андрей Коннов** рассказал о системе поиска и реализации комплектующих «I-STOCK.INFO», обеспечивающей поиск комплектующих по системе предприятий, а **генеральный директор ООО «ИД-Ангара» Александр Коваленко** описал работу маркетплейсов, которые помогают заключать контракты в группах компаний. Эти механизмы направлены на автоматизацию внешней деятельности

предприятий промышленности и организацию сложных технологических цепочек. Для радиоэлектронной отрасли с большим количеством комплектующих и отдельных элементов конструкции именно выстраивание подобных цепочек является важной частью организации бизнеса.

Основным инструментом развития отрасли в направлении выстраивания производственных цепочек являются маркетплейсы или платформы для обмена информацией о товарах, рынок которых обсудил в своем докладе **Александр Коваленко**. Его компания, входящая в Госкорпорацию «Ростех», как раз и занимается формированием подобного внутреннего маркетплейса для холдинга. В ООО «ИД-Ангара» работают всего шесть человек, но с помощью разработанного маркетплейса уже было заключено 79 контрактов на общую сумму 113 млн руб., хотя по бизнес-плану обороты площадки должны были быть в десять раз больше. Предполагалось, что компания будет сводить поставщиков и потребителей комплектующих предприятий, входящих в структуру Госкорпорации «Ростех», чтобы можно было выстраивать замкнутые технологические цепочки. Но оказалось, что производственные возможности компаний «Ростеха» не соответствуют потребностям. Теоретически в этом случае именно маркетплейс может выступить в роли инструмента, который позволит привести возможности предприятий в соответствие с их потребностями – так в свое время был структурирован китайский рынок стали. Однако можно ли так структурировать российский рынок радиоэлектроники хотя бы в рамках Госкорпорации «Ростех», пока не совсем понятно, и очевидно, что это задача не для шести человек.

В третью группу докладчиков можно выделить инноваторов, которые пропагандируют инструменты для формирования долгосрочных планов развития. В нее вошли **главный разработчик MES «Фобос» Евгений**

Фролов, который подвел теоретическую базу под механизмы многокритериальной оптимизации производства, **представитель ГК «Элемент» Алексей Громиков**, рассказавший об использовании цифровых двойников для управления производством, и **начальник управления ИТ ФГУП «МНИИРИП» Анатолий Чупринов**, который представил систему стратегического поиска и анализа потребностей в цифровых компонентах на государственном уровне.

Наиболее интересным в этой части был доклад **Евгения Фролова**, который проанализировал производственные показатели оборудования. Он отметил, что MES в радиоэлектронной отрасли должна не просто планировать производство тех или иных продуктов, а оптимизировать поток материальных ценностей через систему промышленного оборудования. При этом MES должна оптимизировать процесс не по одному критерию, такому как время производства или количество продукции, а по нескольким. В случае применения многокритериальной оптимизации в планировании производства удается максимально эффективно использовать возможности оборудования и производственных мощностей. Именно такой подход реализован в MES «Фобос», и сейчас он активно используется на предприятиях ядерного оружейного комплекса России.

Как отметил **Арсений Брыкин**, именно стратегического планирования сейчас и не хватает в радиоэлектронной промышленности. Он признал, что многие компании радиоэлектронной отрасли (около 60%) имеют годовые планы, в то время как весьма малое количество предприятий занимается формированием полноценных долгосрочных планов с горизонтом в три-пять лет. Естественно, что для такой высокотехнологичной отрасли, как радиоэлектронная, отсутствие стратегических планов является очень большим недостатком. Планированием информационных процессов должен заниматься не мастер на заводе,

а стратег в руководстве компании. При этом даже на коротких горизонтах планирования предприятия отрасли должны использовать прогрессивные технологии прогнозирования, которые позволят более эффективно настроить технологические цепочки.

Полный цикл разработки

В рамках конференции специалисты Консорциума «РазвИТие» провели онлайн-семинар, на котором были рассмотрены все этапы жизненного цикла проектирования изделий – от планирования работ до производства и эксплуатации. Была продемонстрирована возможность использования на каждом этапе российского программного обеспечения, разработанного компаниями, которые входят в Консорциум: АСКОН, АПМ, ТеСИС, АДЕМ и Eremex. Для демонстрации был проанализирован процесс разработки компрессора низкого давления со стендом для его испытаний. Причем в процессе проектирования было проведено все необходимое моделирование – потоков воздуха, прочности конструкции, температурных характеристик блока управления и др. По результатам проектирования система позволяет сгенерировать программу для станков с ЧПУ и даже смоделировать виртуальное окружение процесса изготовления.

Система дает возможность параллельно с разработкой подготовить и согласовать необходимую конструкторскую документацию и даже сформировать электронную модель изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 2.052-2015, который компания активно продвигает среди пользователей. Впрочем, «Компас-3D» поддерживает конвертацию электронных моделей из форматов, заданных как международными стандартами, так и наиболее популярными иностранными производителями инженерного ПО. При этом пакет позволяет применять методологию объектного проектирования, когда для создания

Команда проекта, которой в дальнейшем предстоит отвечать за систему, подбирается о принципе кросс-функциональности. Зона ее ответственности – целостность процессной модели.

Владимир Капустин

механических узлов, металлоконструкций или электрических схем используются готовые типовые модели – инженерам нет необходимости самостоятельно их проектировать, можно взять уже готовые шаблоны и настроить под свои задачи. На семинаре была возможность ознакомиться с большей частью функционала пакета программ «Компас-3D» и других решений российских производителей, вошедших в Консорциум «РазвИТие».

Тематика конференции нашла отклик среди слушателей онлайн-мероприятия, которые активно пользовались возможностью общения в чате. Участники форума не только комментировали текущую ситуацию в машиностроительном комплексе, задавали вопросы докладчикам, но и поднимали более широкие проблемы, характерные для смежных индустрий и экономики в целом, оценивали результативность утвержденных программ и реализованных проектов. Онлайн-аудиторию интересовало, в частности, взаимодействие специалистов производственных предприятий и научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, дизайн-центров. Поступали предложения о способах внедрения информационного моделирования в промышленности, о необходимости активно продвигать отечественные ИТ-решения на зарубежных рынках. Слушатели форума оценили представительный состав докладчиков, среди которых были российские и зарубежные эксперты, готовые делиться мнениями относительно перспектив развития промышленного комплекса в новой экономической реальности. ■