**Форум «ИТОПК-2020» оценил потенциал господдержки**

<ЛИД>

**В Калуге состоялся IX Форум «ИТ на службе оборонно-промышленного комплекса». Мероприятие прошло при поддержке коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации, Минпромторга России, ФСБ России, ФСТЭК России, Союза машиностроителей России и правительства Калужской области. Организатором выступил Издательский дом «КОННЕКТ», оператором – Агентство регионального развития Калужской области.**

</ЛИД>

В работе мероприятия принимали участие представители федеральных органов исполнительной власти: ФСБ России, ФСТЭК России, органов исполнительной власти субъектов РФ, государственных корпораций и предприятий ОПК, РАН и ведущих вузов страны. Среди ключевых участников со стороны промышленности: Госкорпорация «Росатом», Госкорпорация «Роскосмос», Госкорпорация «Ростех», ПАО «ОАК», АО «ОСК», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», АО «Концерн «Калашников» и др.

Генеральным партнером форума «ИТОПК-2020» стал консорциум разработчиков инженерного программного обеспечения «РазвИТие»; эксклюзивным партнером выступила Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»; стратегическим партнером – Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ); VIP-партнером – корпорация «Галактика», еще 29 компаний выступили VIP-партнерами и партнерами секционных заседаний.

**ИТОПК примерил виртуальный формат**

В связи с непростой эпидемиологической обстановкой в стране в этом году форум проводился в параллельном формате: в классическом режиме физического присутствия участников и в новом онлайновом режиме виртуальной конференции. По предварительным данным, порядка 600 человек участвовали в очном мероприятии: промышленность представляли 330 делегатов форума, ИТ-компании – 150 делегатов, предприятия ОПК – 135, органы государственной власти, вузы и науку – 120. Более 1500 человек присоединились к форуму в режиме онлайн.

По сложившейся традиции перед началом пленарного заседания состоялся официальный обход выставочной экспозиции, на которой были представлены передовые разработки российских ИТ-компаний. **Заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Олег Бочкарев** начал знакомство с выставкой с первого стенда, на котором были представлены ведущие промышленные предприятия Калужской области: АО «Калугаприбор», АО «Калужский электромеханический завод», АО «Тайфун», «Калужский турбинный завод», ПАО «Приборный завод «Сигнал», «Сосенский приборостроительный завод» и Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана. Олег Бочкарев также ознакомился с экспозицией на стендах консорциума «РазвИТие», Госкорпорации «Росатом», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», Фирмы «1С», корпорации «Галактика» и компании LM Soft.

На второй день работы форума выставку посетил ВРИО губернатора Калужской области Владислав Шапша, он ознакомился с достижениями промышленных предприятий Калужской области, после чего осмотрел стенды ведущих разработчиков российского ПО.

**Стимулы с госучастием**

Центральными мероприятиями первого дня работы форума стали панельная дискуссия «Взгляд на новые меры господдержки ИТ-отрасли сквозь призму требований предприятий ОПК» и пленарное заседание. Модерировал дискуссию **руководитель Центра цифровизации предприятий ОПК, ФГУП «ВНИИ «Центр», Андрей Агеев**.

Своим мнением об эффективности господдержки поделились руководители ведущих разработчиков ПО: компании АСКОН, Фирмы «1С», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», корпорации «Галактика» и ГК Astra Linux (ООО «РусБИТех-Астра»). В частности, **генеральный директор АО «АСКОН», консорциум «РазвИТие», Максим Богданов** отметил, что налоговую базу нужно сформировать, поэтому государству следует стимулировать не только разработку российских продуктов – важно предложить эффективные меры поддержки спроса на них со стороны российских потребителей.

Идею расширил **руководитель подразделения развития практик ERP Фирмы «1С» Алексей Кислов**, который предложил распространить набор налоговых льгот на компании, которые занимаются внедрением и сопровождением российских продуктов на местах, т. е. системных интеграторов и партнеров. Андрей Агеев отметил также ценность подготовки кадров, которые будут обучены пользоваться российскими продуктами. По мнению экспертов, меры поддержки ИТ-отрасли, принимаемые государством, необходимы не только для стимулирования разработки, но и для оперативного внедрения российских ИТ-решений в различных отраслях, стимулирования спроса, подготовки кадров, готовых к эксплуатации российских платформ.

Пленарное заседание форума открыл Андрей Агеев, которыйотметил, что в этом году мероприятие впервые проходит в смешанном формате – в классическом очном и как виртуальная конференция. Ее трансляция с открытых площадок проходит в онлайн-режиме. Андрей Агеев особо подчеркнул, что онлайновые участники являются такими же делегатами форума, как и те, что собрались на площадке мероприятия в Калуге.

С приветственным словом к участникам форума обратился **ВРИО губернатора Калужской области Владислав Шапша**. «Для нас форум имеет особое значение, поскольку наш регион располагает серьезной базой, которая создавалась для разработки военной продукции, – в эпоху СССР до 90% промышленной продукции области приходилось на продукцию сферы ОПК, и этот ценный потенциал нам удалось в значительной степени сохранить. Сейчас в ОПК области входит 21 предприятие, на которых работают более 25 тыс. сотрудников. Мы не только участвуем в укреплении обороноспособности страны, выпуская широкий спектр военной продукции, но и вносим существенный вклад в развитие региональной экономики: только за прошлый год предприятия ОПК произвели товаров на 35 млрд руб. Продукция военного назначения наших предприятий экспортируется в 20 стран. Исполняя поручение Президента России о диверсификации производства, мы стремимся к сбалансированному развитию наших предприятий и существенному наращиванию объема гражданской продукции. Калужские предприятия осваивают выпуск импортозамещающих товаров для медицины, энергетики, авиации и транспортной отрасли», – сказал Владислав Шапша.

**Заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Олег Бочкарев** приветствовал участников форума, особо подчеркнув, что на проходящем мероприятии соблюдены все требуемые меры безопасности. Он также передал приветствие делегатам форума от лица **заместителя председателя Правительства РФ по вопросам ОПК Юрия Борисова**. «Калужская площадка для проведения форума была выбрана не случайно – регион очень хорошо развит в промышленном отношении», – отметил Олег Бочкарев. В качестве основных направлений работы форума он обозначил: цифровую трансформацию, государственную поддержку развития ИТ в секторе ОПК; сбалансированную работу частных и государственных компаний; реализацию лозунга «Делай в России! Покупай российское» на практике; влияние ИТ на повышение эффективности предприятий; квотирование российской продукции – речь идет о подготовленных Минпромторгом России Федеральных законах № 249-ФЗ и № 250-ФЗ; вопросы безопасности в плане необходимости гарантированных каналов связи для удаленной работы в ОПК; развитие технологии цифровых двойников; развитие технологии искусственного интеллекта. «Давайте, развивая искусственный интеллект, не забывать о том, что он базируется на естественном», – заметил Олег Бочкарев. Он также подчеркнул, что «необходимо работать системно и не распылять свои усилия». Рассказав о посещении выставки на форуме, Олег Бочкарев призвал ИТ-компании не дублировать работу друг друга: «Конкуренция – это двигатель прогресса, но надо находить варианты объединения в группы, консорциумы, ассоциации, чтобы быстрее достигать результатов при решении сложных, комплексных задач».

**Андрей Агеев** выступил с постановочным докладом от имени Минпромторга России. Он отметил, что IX Форум ИТОПК – сложившаяся, устойчивая площадка для обмена опытом оборонных предприятий России по цифровизации своей деятельности, выработки новых решений, закладки основы для перспективных мер господдержки как федерального, так и регионального уровней. «Минпромторг России ведет системную работу по поддержке проектов промышленности в области цифровизации, делая упор именно на российские решения», – подчеркнул Андрей Агеев. Он отметил тренд на падение закупки инженерного ПО иностранной разработки и плавный рост закупок отечественных решений.

Доклад о выполнении требований законодательства в области безопасности критической информационной инфраструктуры предприятиями ОПК и о планах регулятора по их совершенствованию представил **начальник 8-го управления ФСТЭК России Николай Мищенко**. Немного перефразируя крылатое выражение, он сказал: «У современной России есть только три союзника – это армия, флот и ОПК». Успех реализации стратегических приоритетов России зависит от состояния защищенности информационной инфраструктуры страны. Цифровизация несет как блага, так и угрозы – и в отношении личности, и в отношении государства. Докладчик также остановился на вопросах реализации Федерального закона «О безопасности критической информационной инфраструктуры» от 26.07.2017 № 187-ФЗ. По информации ФСТЭК, только на 16% объектов КИИ сегодня применяется отечественное производственное оборудование.

**Первый заместитель председателя Комитета по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия РСПП, председатель Совета по техническому регулированию и стандартизации при Минпромторге России Андрей Лоцманов** в режиме онлайн изложил предложения РСПП по созданию «Промышленности РФ 4.0». Он напомнил о фактическом исчезновении национальной промышленности в странах Восточной Европы (заводы «Икарус», ВЭФ, РАФ и т. д.) и, перефразируя известную фразу Наполеона о содержании своей армии, заявил: «Страна, не разрабатывающая свои стандарты, будет жить по чужим». В мире применяется 3 тыс. международных ИТ-стандартов, из числа которых в России принято меньше 5–7%: «Если предприятия покупают готовые ИТ-решения, то никакие стандарты им не нужны. Но если мы захотим сделать высокотехнологичный продукт сами, то понадобятся сотни стандартов. Важно, чтобы российские специалисты могли найти эти стандарты, понять их и научиться правильно применять». Андрей Лоцманов указал на необходимость создания межведомственного штаба на базе Минпромторга по продвижению в России платформы «Промышленность РФ 4.0».

**Советник генерального директора Российского фонда развития информационных технологий (РФРИТ) Михаил Азовцев** представил доклад о новых инструментах господдержки цифровой трансформации предприятий промышленности России. Он ознакомил участников форума с возможностью получить государственную поддержку на цифровую трансформацию их предприятий, представив предварительную информацию о порядке проведения Фондом конкурсных отборов проектов в 2020 г., требованиях к проектам и получателям гранта. РФРИТ не осуществляет предварительную оценку проектов, не дает рекомендации по подготовке заявок. Фонд был выбран оператором мер господдержки ППРФ 550 (поддержка внедрения отечественного ПО) и ППРФ 1185 (поддержка разработчиков). Поддержано 13 проектов (из 118 заявок) в рамках ППРФ 550 с общим бюджетом более 3 млрд руб. Бюджет РФРИТ на грантовую поддержку в 2020 г. – 5,8 млрд руб. Бюджет меры господдержки цифровой трансформации отраслей составляет около 2 млрд руб. Предприятия реального сектора получают шанс субсидировать на 80% свой проект по внедрению отдельного или платформенного решения (бюджет от 25 млн руб.). Плановый старт конкурсного отбора – сентябрь 2020 г.

**Советник генерального директора АНО «Агентство по технологическому развитию» Михаил Носов** выступил с докладом на тему «Агентство технологического развития – один из инструментов снятия барьеров при цифровой трансформации, диверсификации ОПК». Цель Агентства – содействие российским предприятиям во внедрении технологических решений мирового уровня для достижения необходимого уровня конкурентоспособности отечественной продукции. Агентство занимается поиском и покупкой современных технологий, созданием совместных предприятий, содействием в получении государственной поддержки, содействием экспорту российских технологий, обеспечением межотраслевого трансфера технологий. Кроме того, Агентство участвует в корректировке программы «Цифровая экономика». В распоряжении Агентства имеются следующие ресурсы: партнерская сеть АТР; партнерская сеть АРПП «Отечественный софт»; результаты межотраслевого трансфера; гиперкуб центр коллективного доступа, размещение временных проектных групп, централизованные сервисы. Один из примеров совместной работы с АРПП – комплексное аппаратно-программное импортозамещение «Деловые отечественные решения». Михаил Носов заявил, что «время сомнений в отечественных технологиях ушло в прошлое».

**Преподаватель бизнес-практики Московской школы управления «Сколково» Павел Биленко** рассказал о вкладе организации в процесс повышения квалификации ИТ-директоров предприятий ОПК и их знакомства с опытом внедрения инструментов Индустрии 4.0 на ведущих зарубежных предприятиях непосредственно с посещением производства. Докладчик представил экосистему развития промышленных предприятий: систему институтов, корпораций и компаний, совместно достигающих результатов и создающих практичные ценности, необходимые для разработки и выпуска продукции. Павел Биленко подробно рассказал о зарубежном опыте создания экосистем, приведя конкретные примеры на базе промышленных предприятий Германии. Он также описал поэтапный подход, необходимый для построения гибкого предприятия: от классической компьютеризации и связанности до видимости, прозрачности, предсказуемости и в конечном итоге адаптируемости уровня Индустрии 4.0. Эффективные экосистемы – основа развития экономики.

**Руководитель Научной школы стратегического планирования Н.И. Ведуты, заведующая кафедрой стратегического планирования и экономической политики факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова, руководитель образовательной программы «Экономическая политика» Елена Ведута** посвятила свое выступление проблемам применения искусственного интеллекта в управлении экономикой. Она отметила, что для решения проблем цифровой трансформации необходим «межведомственный экономический интегратор». «Мы закладываем в ИИ определенные алгоритмы, свою практику, уникальный опыт. Но поскольку мы живем в мире экономического хаоса (на макроуровне), то и цифровизация у нас идет аналогично – хаотично, бессистемно, без грамотного планирования. Отсюда и такой большой скепсис (и не только в России) по отношению к специалистам цифровых технологий. Сегодня мы должны возродить систему планирования как методику последовательных приближений к окончательному результату (итеративное согласование того, что мы хотим, с тем, что мы можем в действительности)». Елена Ведута призвала «не просто обслуживать хаос Интернета вещей, а конструировать будущее. Мы, инженеры, должны сегодня стать экономистами-кибернетиками».

**Директор по развитию ПМСОФТ, вице-президент российского отделения AACE Сергей Садовников** рассказал о тенденции в стоимостном инжиниринге в условиях цифровизации. Докладчик отметил, что потери от «плохого» управления на порядок выше, чем инвестиции в создание системы управления проектами. Многие проекты реализуются с превышением бюджета и срока. Российские строительные проекты показывают высокую результативность, но низкую эффективность управления. Лучшие практики создания и управления ценностью базируются на системном подходе к планированию стратегических активов и реализации проектов. Как стоимостной инжиниринг работает на практике, Сергей Садовников показал на примере кейса «СИБУР» по внедрению системы планирования и контроля (партнер внедрения – ПМСОФТ).

**Генеральный директор АО «АСКОН», консорциум «РазвИТие», Максим Богданов** представил доклад на тему «Современная роль ИТ-разработчика и интегратора. От автоматизации процессов к цифровизации промышленности на примере консорциума «РазвИТие». Говоря об изменении места ИТ и ИТ-разработчика, Максим Богданов обозначил следующие тенденции: переход от вспомогательного процесса к основному – без полной цифровизации бизнеса больше не может быть современного предприятия; переход от сервисной компании к ИТ-хабу: АСКОН, консорциум «РазвИТие» и другие российские ИТ-компании с массовыми заказчиками выступают сейчас в роли ИТ-хабов. Накопление и трансфер лучших практик приводит к тому, что ИТ начинает выступать в роли инструмента диверсификации на гражданскую продукцию. Кадровая политика для цифровой промышленности подразумевает сбор и тиражирование эффективных практик, наработанных связок предприятий, вузов и ИТ-компаний. Максим Богданов выделил важную роль ИТ-хаба в восстановлении отечественной радиоэлектронной промышленности: структурированные предложения по отечественным EDA в общей большой программе восстановления и развития российской РЭП. Речь должна идти об объединении ключевых компетенций ОПК, гражданских корпораций и ИТ-разработчиков, постепенном снятии границ между ИТ в ОПК и гражданских корпорациях.

**Директор департамента информационных технологий Госкорпорации «Росатом» Евгений Абакумов** рассказал о новых векторах развития сектора ИТ корпорации «Росатом». Представляя стратегию «Росатом-2030», докладчик выделил следующие стратегические цели: увеличение доли на международных рынках; снижение себестоимости продукции и уменьшение сроков протекания процессов; создание новых продуктов для российского и международных рынков; достижение глобального лидерства в ряде передовых технологий. «Росатом» развивает ряд направлений: цифровая экономика; сквозные цифровые технологии и управление данными; цифровые продукты и маркетинг; цифровизация процессов сооружения АЭС, включая цифровые двойники АЭС; цифровое импортозамещение; единая цифровая платформа атомной отрасли; информационная безопасность; цифровые компетенции и культура; организационные изменения в рамках цифровой трансформации. Как заявил докладчик, «не воспользоваться беспрецедентными мерами господдержки ИТ-сообщества было бы сегодня преступно».

**Заместитель директора ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по технологиям полного жизненного цикла – директор института «Цифровые трансформации» – главный конструктор СПЖЦ Олег Кривошеев** представил проект по созданию комплекса программ в защищенном исполнении «Система полного жизненного цикла изделий «Цифровое предприятие». По его мнению, ИТОПК за прошедшие годы превратился в стратегическую площадку, на которой ежегодно формировался наблюдаемый сегодня облик цифровых технологий и трансформации промышленности: «На площадке ИТОПК были сформированы основные четыре тренда: повышение эффективности предприятий ОПК за счет использования цифровых технологий; переход на цифровое проектирование; импортозамещение; информационная безопасность». Говоря о мерах государственной поддержки, Олег Кривошеев заявил о том, что «первой реальной мерой господдержки фактически был первый форум ИТОПК, прошедший в 2011 г.».

**Член правления корпорации «Галактика» Антон Мальков** рассказал о сквозной цифровизации процессов управления для предприятий ОПК на базе решений своей компании. «Галактика» продвигает идею создания единой цифровой платформы управления жизненным циклом изделия (ЖЦИ): уже достигнуты серьезные показатели на реальных объектах промышленности по таким направлениям, как проектирование, управление кооперацией и производственным потенциалом, управление ресурсами предприятий, управление производством. Антон Мальков поделился с участниками форума обнадеживающими результатами многомерного тестирования производительности «Галактика EAM» и «Галактика ERP» на СУБД Postgres Pro: «Данные результаты показывают, что в России существуют конкурентоспособные аналоги западных систем».

Итоги пленарного заседания подвел заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Олег Бочкарев. Анализируя идею создания межведомственного штаба по продвижению в России платформы «Промышленность РФ 4.0», Олег Бочкарев признал ее перспективной, однако предостерег от создания дублирующих структур: «Мы на форуме не принимаем окончательные решения, а предлагаем алгоритмы действий». Обращаясь к профессору Елене Ведуте, Олег Бочкарев отметил предложенный ею термин «межведомственный экономический интегратор» и заявил о том, что в цифровизации мы должны преследовать экономический эффект: «В области экономических вопросов ИТ-разработчики сегодня зачастую берутся за проблемы, для решения которых у них просто нет достаточных компетенций».

**Системы управления предприятием**

Одной из наиболее насыщенных по тематике выступлений стала **секция «Системы управления предприятием ОПК»**, которую провел **заместитель генерального директора по цифровизации АНО «Агентство технологического развития» Михаил Носов**.

Открылось заседание докладом **руководителя подразделения Фирмы «1С» Алексея Кислова***.* Рассказывая о специализированных решениях компании для ОПК, он заострил внимание на разработках, обеспечивающих повышение производительности классической ERP-системы как интегратора данных, необходимых для эффективной работы предприятия. За шесть лет с момента выпуска «1С:ERP» пользователями системы стали более 350 предприятий ОПК. Новейшие разработки компании направлены на повышение производительности системы – одного из важнейших параметров. После интеграции в платформу математического пакета разработки «1С»процесс расчета себестоимости был ускорен в 6,75 раза (данные одного из проектов, реализованных в машиностроении). Работать с ERP-системой теперь можно в мобильном устройстве. При помощи тонкого клиента можно создавать рабочие места, например для управления цехом. Фирму «1С» часто критиковали за быструю смену релизов системы.Компания сделала выводы, предусмотрев редакцию продукта со стабильной функциональностью и постоянно развиваемую ветку, на базе которой внедряются новации. Выбор – за пользователем.

**Инженер-программист первой категории ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Олег Байкин** представилкомплексную систему управления предприятиями – проект «Цифровое предприятие». Система, в которой проводятся все плановые, экономические и финансовые расчеты, работает в РФЯЦ-ВНИИЭФ в производственном режиме. Обеспечивается централизованное администрирование компонентов системы, ролей и полномочий пользователей. Система поддерживает два взаимодополняющих серверных программных стека (для транзакционных прикладных программ и универсальный для остальных программ), что обеспечивает интегральную эффективность решения. Программный код системы состоит из базового и прикладного слоев.

О программном комплексе мониторинга выполнения планов по переходу на отечественное ПО на предприятиях АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» рассказал**руководитель центра компетенции по цифровой трансформации и импортозамещению ООО «Алмаз-Антей управленческое консультирование» Леонид Корякин**.К разработке системы мониторинга и контроля импортозамещения ПО (СМИК) на платформе «Союз-PLM» по принципам Agile приступили в январе текущего года, теперь решение тиражируется. Система позволяет контролировать выполнение плановых показателей закупки и использования ПО, обеспечивает автоматизированный сбор и обработку данных об используемом и закупаемом ПО предприятиями концерна, соответствует требованиям импортозамещения как условия безопасности работы концерна и устойчивости в условиях давления внешней среды. По словам докладчика, можно больше не думать о рынке совместной работы зарубежных и отечественных предприятий. Технологии стали инструментом воздействия – давления на компании. В ответ на поступающие вызовы нужно наращивать цифровой потенциал, повышать эффективность управления, увеличивать долю современных цифровых продуктов на имеющейся базе.

Автоматизированный комплекс поддержки процессов системной инженерии представил **руководитель центра PLM компании LM Soft Виталий Морозов**.Ключевыми подсистемами комплекса являются управление требованиями для инженерного контура (т. е. при создании изделия, а не разработке ПО, как это характерно для большинства продуктов), управление жизненным циклом изделия и уровнем готовности технологий. Предложенное компанией решение позволяет сформировать шаблон программы жизненного цикла. Решаются задачи снижения трудоемкости, обеспечения соответствия планов проектного и технического управления программой нормативным требованиям. Модуль управления уровнем готовности технологий предназначен для научных организаций. Под технологиями в данном случае понимаются проектные решения, расчетные модели – все, что имеет отношение к знаниям.

Опытом применения программных роботов и интеллектуальных систем для автоматизации деятельности промышленного предприятия поделился **руководитель направления внешней цифровизации компании «ТВЭЛ» Юрий Козеренко**.Основу бизнеса АО «ТВЭЛ» (топливной компании «Росатома») составляют разработка, производство и реализация ядерного топлива. При внедрении сквозных цифровых технологий компания делает ставку на применение искусственного интеллекта в процессах материально-технического обеспечения (МТО), закупок и казначейства. На этапе пилотного проекта, запущенного в 2017 г., выяснилось, что универсального решения нет – необходимы большие объемы данных для обучения системы. С 2018 г. компания тиражирует решение, наращивает его функционал и коммерциализирует продукт. Партнерам и заказчикам предлагается коробочное решение ВИРО (система ведения исходных данных для подсистем интеллектуальной обработки информации, роботизации пользовательской активности и оптического распознавания символов). Применение ИИ в ряде бизнес-процессов позволило сократить сроки подготовки документации для закупок, а также сроки выполнения процесса МТО.

Роли ИТ-директора на современном машиностроительном предприятии посвятил свое выступление **директор по ИТ и качеству АО «УКБТМ» Илья Баранов**. Информационные технологии создают принципиально новые бизнес-процессы, а ИТ-директор – технологии производства коммерческих ИТ-объектов. По мнению докладчика, в перспективе роль директора по ИТ будет заключаться в системной интеграции источников данных для создания порталов доступа к товарным виртуальным объектам и предоставления исчерпывающей информации.

**Первый заместитель генерального директора АО «РТ-Техприемка» Денис Конончук** аргументировал тезис о том, что цифровые решения – фактор повышения качества промышленной продукции. Три года назад в компании, которая занимается вопросами качества в корпорации «Ростех», сделали ставку на внедрение ИТ-инструментов и создание информационного хаба между поставщиками, заказчиками, структурами корпорации, органами власти для оптимизации взаимодействия и решения проблем, связанных с рекламациями и т. д. Для этого используются информационные системы мониторинга качества продукции, мониторинга соответствия технологических процессов. Электронная система прослеживаемости позволяет контролировать перемещение материалов, полуфабрикатов от завода-изготовителя до завода-потребителя и в режиме онлайн мониторить их распределение, процесс отгрузки. Внедрение системы машинного зрения дало возможность отслеживать и классифицировать дефекты, исключив влияние человеческого фактора.

Теме сквозной прослеживаемости затрат по цепочке кооперации и требований учета, предъявляемых ГОЗ в системе «Ма-3», посвятил свой доклад **операционный директор ООО «Национальная платформа» Михаил Аксенов**. «Ма-3» относится к высокопроизводительным ERP-решениям, по функциональности сопоставима с лучшими мировыми аналогами. «Ма-3» можно использовать на любых предприятиях с численностью одновременно работающих пользователей более 1 тыс., в частности, в организациях, осуществляющих функции госуправления, в корпорациях, организациях, управляющих критичной инфраструктурой, и на предприятиях ОПК.

**Заместитель начальника отдела надежности управления качеством АО «Марийский машиностроительный завод» Евгения Васильева** представила систему управления машиностроительным предприятием на базе использования математических моделей. На предприятии реализовано подетальное планирование механообрабатывающего и сборочного производств на основе нечетко заданных массивов данных с использованием модели принятия решений на базе экспертных оценок. В системе обеспечивается запуск до 15 сценариев одновременно. Расчет трехлетнего плана занимает 45 минут. По словам докладчика, независимо от используемой системы вы должны быть уверены, что работаете с одной и той же информацией. Это достигается применением единых справочников и классификаторов. Синхронизация системы обеспечивается на уровне баз данных.

Об актуальности комплексной оценки использования мощности цифрового предприятия на этапах обоснования производственной программы, планирования, распределения ресурсов, предварительной проработки заказа, техперевооружения и контроля выполнения планов рассказала **старший преподаватель кафедры математического моделирования технических систем УлГУ** **Маргарита Ярдаева**.Модель оценки деятельности строилась на основе новой методологии управления, соответствующей принципу «точно в срок, под заданную себестоимость, с учетом рисков». При наличии корректной статистической модели можно оценить неявную связь между факторами; строить прогнозные значения показателей подразделения при планировании деятельности на соответствующий горизонт; выявлять узкие места (например, нехватку производственных ресурсов, повышенную нагрузку); определять излишки или нехватку ресурсов; составлять производственные расписания выпуска продукции с учетом ограничений по производственным ресурсам.

В докладе, посвященном управлению проектами в конструкторских бюро, **ведущий консультант департамента проектных решений и технологий АО «ПМСОФТ» Эрна Табакова** заострила внимание на специфике работы КБ и особенностях информационной системы управления проектами (ИСУП). Для оптимизации сроков реализации проекта этапы работ нередко выполняются параллельно (результат передается в следующий передел до его полного согласования). К числу эффектов внедрения такой системы в КБ можно отнести появление графико-ориентированной культуры управления (план, факт и прогноз), контроль текущей и прогнозирование будущей загрузки подразделений и сотрудников, автоматизацию процедуры сбора информации о статусе работ, отчетность по проекту и портфелю проектов. Накопленную базу данных по фактической трудоемкости работ можно взять за основу при разработке нормативов.

**Директор по развитию Группы компаний CSoft** **Вадим Ушаков** представил современные инструменты для внутрицехового планирования и оперативного управления производством. Особое внимание он уделил использованию MES, технологий IIoT и дополненной реальности на предприятиях ОПК. В частности, речь шла о возможностях платформы TechnologiCS для цифровизации производств.Отечественная разработка внедряется на предприятиях ОПК и в частных компаниях. Функционал платформы дает возможность в рамках единой системы автоматизировать все задачи подготовки, планирования и управления производством. TechnologiCSпозволяет обеспечить непрерывную информационную поддержку основных бизнес-процессов.

О преимуществах реализации САПР ТП в цифровой информационной системе на примере модуля «СОЮЗ-PLM: Технология» рассказал **генеральный директор – главный архитектор ПО ООО «Программсоюз» Михаил Холин**.Единый универсальный пользовательский интерфейс позволяет обеспечить широкий охват пользователей системы на предприятии. Одна программа – базовая ИС – дает возможность снизить затраты на системное администрирование. При использовании общих информационных объектов в нескольких PLM-приложениях можно отказаться от сопровождения подсистем синхронизации данных. Решение предусматривает возможность донастройки и расширения функционала ПО под требования заказчика.

Типовой системе управления персоналом в составе СПЖЦ «Цифровое предприятие» посвятил доклад **начальник группы управления продуктом ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Иван Лосев**.Успешная деятельность предприятия зависит от квалификации персонала, его умения и желания продуктивно работать. Представленное цифровое решение охватывает полный цикл управления трудовыми ресурсами. Реализована система на базе платформы российского производства Alfa, СУБД собственной разработки «Синергия БД» с открытым исходным кодом. Решение предусматривает базовую и расширенную функциональность, включает в себя более 500 процессов. Сейчас система используется на восьми предприятиях отрасли, к ее запуску готовятся еще пять предприятий дивизиона.

О цифровой трансформации управления предприятием ОПК на базе EIM-системы «Платон» рассказала**советник генерального директора АО «ПО «Электроприбор» по цифровизации и развитию производственных систем Ирина Балахонова**.Наличие разных классов решений PDM, ERP, MES в единой EIM-системе исключает использование шлюзов конвертации данных между отдельными системами. «Платон», включающая решения гибридного управления производством спецтехники и гражданской продукции, охватывает весь персонал предприятия. Система может нормировать техпроцесс печатных плат исходя из показателя надежности (для спецтехники) или цены (для продукции гражданского назначения). Разрабатывается и апробируется система в рамках отдельных бизнес-процессов. В результате цифровой трансформации бизнес-процесса по выпуску печатных плат срок рассмотрения заявки клиента сократился с 20 до трех дней. Цифровая трансформация отличается от автоматизации результатом – увеличением эффективности в 2–3 раза. Улучшение на 10–30% определяет автоматизацию, но не цифровую трансформацию.

Разработке отечественных операционных систем реального времени семейства «Багет» посвятил свой доклад **заведующий отделом математического обеспечения ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН Андрей Грюнталь**.Системы этого семейства отечественной разработки (оригинальные исходные тексты операционной системы) предназначены для автоматических и автоматизированных систем управления, функционирующих в режиме реального времени. В конце прошлого года завершилась разработка ОС РВ Багет 4.0. Инструментальные средства под ОС РВ Багет 4.0 поддерживают языки программирования Си и Си++. Предлагаются также инструментальные и общесистемные средства: компилятор, отладчик, трассировщик, графические пакеты, геоинформационные системы, СУБД.

Об электронной очереди в отделе кадров как элементе цифровизации компании шла речь в докладе **главного специалиста по развитию платформы «1С» и BI в ПАО «ОДК-Сатурн» Анны** **Сбитневой**.В компании задались целью сократить время предоставления услуг в отделе кадров, повысив его эффективность. Как показал анализ, работники и соискатели тратили время на поиск кабинетов и ожидание в очереди. Благодаря электронной очереди работник может выбрать необходимый запрос из перечня (в нем 76 позиций), для каждого определен кабинет или маршрут. Группы обращений легли в основу меню электронной очереди. Поиск свободного сотрудника отдела кадров для исполнения запроса осуществляется автоматически. В результате средняя длительность цикла выполнения запросов (при приеме на работу) сократилась на 40% (с 78 до 47 минут), руководство получило инструмент объективной оценки деятельности отдела.

**Генеральный директор ООО «Ай-Сток» Андрей Коннов** рассказал о единой автоматизированной системе поиска и реализации комплектующих I-STOCK.INFO. Система, созданная на базе платформы «1С», предназначена для создания общего информационного поля для производственных предприятий и поставщиков. Ежедневно в системе осуществляется более 500 запросов на поиск дефицитных позиций. К системе подключены предприятия «Ростеха», «Роскосмоса», «Росатома», частные компании. Платформа позволяет одновременно решать несколько проблем. Специалисты могут быстро проверить наличие на складах сотен предприятий нужных позиций, мгновенно оповестить о срочной потребности пользователей системы. Система предоставляет предприятиям возможность избавиться от неликвидов. Доступ к ресурсу I-STOCK осуществляется через Интернет по протоколу https с SSL-сертификатом защиты данных.

**Цифровое производство**

В дискуссионном ключе, с большим количеством вопросов, адресованных докладчикам, прошло заседание **секции «Цифровое производство на предприятиях ОПК»**, которое провел **руководитель направления департамента проектирования ПАО «ОАК» Роман Соболев**.

Открылось заседание выступлением **заместителя директора РФЯЦ-ВНИИЭФ по технологиям полного жизненного цикла – директора института цифровых технологий – главного конструктора СПЖЦ Олега Кривошеева**. В докладе шла речь о преимуществах и технологиях, выбранных для создания отечественной защищенной системы полного жизненного цикла «Цифровое предприятие». На основе решений Госкорпорации «Росатом» разрабатывается базовая версия системы для предприятий ОПК. На период до 2025 г. запланированы создание и внедрение отраслевых версий системы с расширенной функциональностью (по сравнению с заложенной в базовой версии). Формируется кооперация потребителей СПЖЦ «Цифровое предприятие», для быстрой отработки прототипов в отраслях промышленности формируются пилотные полигоны.

Ключевые принципы цифровой трансформации на предприятиях «Росатома» стали лейтмотивом выступления **руководителя программы сквозных цифровых технологий и управления данными Госкорпорации «Росатом» Валерия Черепанова**.На основе анализа потребностей в цифровых технологиях (в поле зрения экспертов попали 163 бизнес-направления, 20 дивизионов и новых бизнесов, 16 цифровых технологических идей) был сделан вывод о том, что около десяти технологий необходимы более чем половине бизнесов. Однако степень их технологической готовности не всегда
соответствует запросам. Тем не менее экономический эффект применения решений на базе AI может составлять до 60%. Приоритетными направлениями считаются также MES, LIMS, PLM, PDM, CAx и IIoT.

**Директор по стратегическому развитию компании АСКОН консорциума «РазвИТие» Евгений Бахин** представил решения консорциума для «Промышленности 4.0» сквозь призму цифровизации. Одна из актуальных тенденций – развитие производственных систем, сочетающих в себе унаследованные и новые технологии (искусственный интеллект, аналитика больших данных, Интернет вещей, аддитивные технологии, виртуальная и дополненная реальность, цифровой двойник). Преимущества и риски их внедрения докладчик анализировал применительно к потребностям конкретных предприятий (таких как НПО «Молния», завод «Моторные технологии», АО «Балтийский завод», «Концерн «Океанприбор», «Гидроприбор», ОЗНА, Саранский приборный завод).

Анализируя перспективы цифровизации в сфере судостроения, **руководитель направления жизненного цикла департамента ГОЗ АО «ОСК» Яков Бережной** назвал цифровую модель корабля основой управления его жизненным циклом наряду с применением автоматизированных систем, источником информации для всех участников управления ЖЦ, а также основным электронным конструкторским документом. Применение цифровой модели корабля даст возможность обеспечить оперативный учет его технического обслуживания и состояния, поддержку заданного уровня работоспособности в период эксплуатации. Для внедрения цифровой модели предстоит сформировать единую информационную среду для всех участников ЖЦ, в том числе разработать отечественное ПО для всех стадий.

Преимущества и потенциал российского программного комплекса T-FLEX PLM 2020 на базе отечественной программной MDM-ориентированной PLM-платформы представил **директор по развитию ЗАО «Топ Системы» Константин Головкин**.PLM успешно применяется более чем на 4 тыс. предприятий в России и странах ближнего зарубежья, пять локализованных версий на иностранных языках, более 3,2 тыс. зарубежных компаний пользуются системами T-FLEX CAD. В числе преимуществ комплекса T-FLEX PLM 2020: единая среда проектного управления на всех этапах работ, ведение процесса проектирования на основе требований, применение методик параллельного проектирования, поддержка различных подходов к управлению конфигурациями изделий, внедрение лучших мировых практик в области проектирования сложных изделий.

О комплексе программ в защищенном исполнении «Система полного жизненного цикла изделий «Цифровое предприятие», системе конструкторского проектирования шла речь в докладе **начальника научно-исследовательской группы ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Михаила Наумова**.Программный модуль системы конструкторского проектирования реализован на базе единой технологической платформы, в которую встраиваются инженерные модули. В настоящее время реализованы базовые механизмы, в частности, параметризации, твердотельного моделирования, эскизов, построения трехмерных кривых, средства выбора геометрии, поверхностного моделирования, обмена данными. Компания использует собственные геометрическое 3D-ядро, а также геометрический решатель 2D-ограничений. В планах – создание отраслевых версий программных инструментов для судо-, авиастроения и спецмодулей.

**Бренд-менеджер группы развития компании «ЭРЕМЕКС» консорциума «РазвИТие»** **Антон Плаксин** рассказал о решении консорциума для проектирования радиоэлектронной аппаратуры. По его словам, российская радиоэлектронная промышленность готова к цифровой трансформации. Темпы роста российской радиоэлектроники во многом зависят от развития ОПК, где разрабатываются наиболее сложные с точки зрения электроники изделия. До недавних пор используемые в стране САПР электроники были преимущественно зарубежного происхождения. В 2015 г. с выходом системы сквозного проектирования РЭА на базе печатных плат Delta Design компании удалось пробить брешь полной зависимости от импортных систем. Предлагаемые компанией решения позволяют создать контур и стек слоев печатных плат, сократить время на трассировку в несколько раз. В повестке дня – интеграция продуктов, создание комплекса инженерного ПО. Модель интеграции инструментов, когда данные по цепочке передаются из системы в систему, устарела. Требуется высокоуровневая интеграция между компонентами комплекса.

В докладе **ведущего инженера-программиста ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Андрея Телегина,** посвященном управлению инженерными данными и жизненным циклом изделий ВВСТ, шла речь о сотрудничестве РФЯЦ-ВНИИЭФ и АСКОН. В частности, были представлены результаты проекта по созданию типовой информационной системы «Лоцман: PLM SE MILITARY» для ядерного оружейного комплекса ГК «Росатом» – единственной системы управления данными и процессами жизненного цикла изделия для применения в контуре гостайны. Система внедрена в трех КБ, пяти НИИ и на двух заводах РФЯЦ-ВНИИЭФ (более 2 тыс. рабочих мест). Унифицированное решение подходит для применения на предприятиях ЯОК и ОПК.

Теоретико-концептуальные основы цифровой трансформации проектно-конструкторской деятельности организации ОПК представил **начальник расчетно-исследовательской лаборатории АО «Конструкторское бюро специального машиностроения» Дмитрий Щеглов**.По мнению докладчика, к основным проблемам цифровой трансформации относятся нехватка знаний и компетенций, дефицит кадров, отсутствие внятной стратегии, недостаточное финансирование, позиция руководства, издержки импортозамещения и прочие объективные риски. Среди актуальных принципов цифровой трансформации проектно-конструкторской деятельности в сфере ОПК можно выделить развитие виртуального рабочего пространства, цифровых прототипов изделий, формирование электронных структур требований, разработка эксплуатационных моделей изделия, переход на типовые корпоративные ИТ-решения. В докладе была представлена методика разработки концепции цифровой трансформации предприятия.

Примеру практического применения отечественного ПО компании АСКОН для конструкторского проектирования и технологической подготовки производства посвятил свое выступление**начальник отделения информационных технологий АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады» Андрей Фролов**. Предприятие, на котором применяются система трехмерного моделирования «Компас-3D», система управления инженерными данными «Лоцман:PLM» и САПР технологических процессов «Вертикаль», готовится к переходу на новые версии комплекса решений данного производителя. По словам докладчика, применение комплекса сократило дистанцию работы «до расстояния движения мыши». Результатами внедрения решений АСКОН стали, в частности, оптимизация кооперации между отделами, рациональное использование ресурсов, сокращение времени расчетов характеристик изделия.

Об опыте заказчиков консорциума «РазвИТие» в сфере цифровизации и диверсификации рассказал **руководитель отдела маркетинга ООО АСКОН консорциума «РазвИТие» Дмитрий Гинда**.Цифровизация должна приносить выгоду предприятиям. С диверсификацией не возникнет трудностей, если цифровизация дала результаты, в частности, предприятие оцифровало и оптимизировало бизнес-процессы. В рамках цифровизации важно ставить конкретные цели. Так поступили, например, в компании ОЗНА. Предприятие сделало ставку на повышение эффективности инженерных служб, внедрение методологии коллективного моделирования, настройку приобретаемого ПО АСКОН под четыре основных дивизиона ОЗНА и расширение базовой функциональности программных инструментов. В частности, был приобретен модуль расчета предварительной стоимости изделия. Не менее важно фиксировать получаемые по ходу внедрения цифровых инструментов результаты.

Реализации цифровых процессов проектирования и производства посвятил свой доклад **директор центра САПР ОКБ «Аэрокосмические системы» Максим Мокшаев**.Задача современной САПР – проектировать быстрее, вписаться в систему управления жизненным циклом изделия, «подружить» КБ с производством, минимизировать человеческий фактор, чтобы получить качественный продукт. Проектирование в САПР МАКС обеспечивает сквозной процесс (от получения исходных требований до испытаний и производства), а также возможность обмена данными со сторонними системами.

**Директор по информационным технологиям ПАО «НПО «Алмаз» Анатолий Индейкин** рассказал об организации взаимодействия между предприятиями концерна по обмену конструкторской документацией в электронном виде. Единая система управления НСИ холдинга совместно с АСУ НСИ на предприятиях обеспечивает общий понятийный аппарат при обмене технической документацией через консолидацию справочных данных, их трансформацию и нормализацию, обнаружение и исправление ошибок, хранение и централизованное распространение данных по отдельным предприятиям. Пользователями системы являются 40 предприятий концерна «Алмаз-Антей».

**Руководитель проектов ОДО «ИНТЕРМЕХ» Александр Зимницкий** отметил особенности цифровизации предприятий ОПК на платформе IPS ИНТЕРМЕХ. В частности, система позволяет управлять цифровым дубликатом изделия, упорядочить и структурировать инженерные данные, предоставляет возможность повторного использования инженерных знаний в рамках унификации. Чем больше при проектировании новых изделий используется ранее разработанных узлов, агрегатов, технологий, тем рациональнее расходуются время, силы и деньги предприятия.

С представления платформы промышленного Интернета вещей Winnum начал свой доклад на тему«Цифровой завод – интерактивный цифровой двойник» **директор по развитию компании Winnum Александр Московченко**. Основные задачи платформы Winnum – снять с оборудования максимум информации в автоматическом режиме без участия человека, чтобы обеспечить ее объективность, хранить информацию без преобразования в исходном виде и на основе аналитики и отчетов предоставлять ее пользователю в удобном виде. Цифровой двойник в Winnum является логичным продолжением пакетов имитационного моделирования и валидирует решения, отработанные до запуска производства, в таких средах, как Delmia, Tecnomatix и т. д. Цифровой двойник обеспечивает наглядность и оперативность принятия объективных решений, а также мотивацию персонала.

**Начальник научно-исследовательского отделения ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Ольга Занькова** рассказала о комплексе программ управления производством в составе СПЖЦ «Цифровое предприятие». Система СПЖЦ.MES – импортонезависимое модульное решение, обеспечивающее автоматизацию процессов управления дискретным производством, выполнение требований по ИБ для обработки информации до уровня гостайны, а также интеграцию в технологию поддержки полного жизненного цикла. Применение СПЖЦ.MES дает возможность держать производство под цифровым контролем, прогнозировать и принимать взвешенные решения, сведя к минимуму ошибки, ритмично использовать оборудование.

На особенностях внедрения MES-системы на предприятии ОПК на примере АО «КЭМЗ» заострил внимание **директор по развитию цифровых технологий АО «КЭМЗ» Андрей Артемов**.До реализации проекта техпроцессы разрабатывались на заводе отдельно по деталям, сборкам, изделиям, требования к описанию мест выполнения операций были недостаточно формализованы, а нормирование времени операций велось вручную в отдельной информационной базе. Для подготовки НСИ конструкторов и технологов «попросили» работать в единой информационной базе, ввели понятия «рабочий центр» и «группа заменимости рабочих центров». Реализация проекта позволила сократить время запуска новой производственной программы до трех часов, обеспечить корректное списание ресурсов (ТМЦ) на конкретные полуфабрикаты, учет нарядов в единой системе с отражением факта выпуска.

«Технология распределенных реестров и Индустрия 4.0» – тема выступления **советника РА РАН Владимира Кокушкина**.Преимущества технологии анализировались на примере пилотного проекта, который находится в стадии разработки. Но, по словам докладчика, привлечь внимание к этой теме необходимо, так как по объему финансирования в мире данная технология в полтора раза опережает технологию искусственного интеллекта. В нашей стране развитие технологии в зародышевом состоянии. Перспективно использовать распределенные реестры в Индустрии 4.0, что демонстрирует опыт Германии. По словам докладчика, в сфере Индустрии 4.0 Германия обштопала американцев по всем параметрам. У них индустриальный Интернет вещей находится в состоянии рассуждения. При автоматизации мы добиваемся того, чтобы два мира – физический и цифровой – эффективно взаимодействовали. Многие задачи лучше решаются в цифровом мире, а реализуются – в физическом, и наоборот. Индустрия 4.0 состоит из компонентов, для которых характерны не только технологические, конструкторские особенности, но и экономические. Поэтому при изменении одного из параметров автоматически строится траектория выгоды. Технология распределенных реестров позволяет формулировать предложения о разработках, оценивать их экономически, готовить машиночитаемые стандарты.

**О MES-системе шла речь и в докладе главного конструктора компании «Современное оборудование» Группы компаний «СОЛВЕР» Владимира Бельцова**,который представил адаптивные цифровые модели процессов, служащие основой управления производством в условиях неопределенности. Под адаптивностью понимается способность изменять параметры и характеристики в зависимости от внешних факторов для повышения эффективности работы. В сложных системах неопределенность высока, а причинно-следственные связи неочевидны. Среди базовых возможностей облачной системы MES UpexPro на основе адаптивной цифровой модели производства докладчик отметил диспетчеризацию потока заказов (обеспечивает автоматическую защиту сроков выполнения и предупреждение о наступлении нежелательного состояния заказа), ранжирование заданий на экранах, изменяющее приоритеты заданий в соответствии со статусом заказа, вычисление и визуализацию в CAD/CAM-системе актуального положения критической цепи технологического маршрута и состояния операции в цехе. Реализуется система на основе доверенной приватной LTE-сети.

**Главный эксперт дирекции по научным проектам НИУ ВШЭ Алексей Антонов** заострил внимание на преимуществах интеллектуальных систем контроля ручных операций, информационной поддержки и удаленного сопровождения специалистов при выполнении регламентов на предприятиях ОПК. Ошибки и человеческий фактор приводят к отклонениям от регламентированных процессов при выполнении работ и, как следствие, к несоблюдению установленных требований в области качества и промышленной безопасности. Избежать этого позволяет применение интеллектуальных технологий, предназначенных для контроля в режиме онлайн правильности выполнения ручных операций и сопровождения персонала. К таким технологиям относятся, в частности, технологии технического зрения, алгоритмы распознавания образов, средства отображения результатов интеллектуального контроля с использованием технологий дополненной реальности.

Проектное решение по сборке высокотехнологичных изделий и агрегатов в машиностроении представил **инженер-конструктор первой категории опытно-конструкторского бюро Национального центра вертолетостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова Александр Чеберкус**. Проект будет внедряться в рамках нацпроекта цифровой трансформации. Потенциальный эффект от цифровизации производства для ВВП к 2025 г., по экспертным оценкам, может составить 20,5 трлн руб. Трудоемкость сборки в общем процессе производства достигает 60%. По утверждению докладчика, проект способен решить ключевую проблему – продолжительности цикла разработки авиационной техники до серийного производства (пять-семь лет). На таком горизонте сложно учитывать рыночные изменения. Решение представляет собой интерактивный цифровой аналог техпроцесса сборки на основе 3D-модели.

**Цифровая инфраструктура**

Секция «Цифровая инфраструктура для предприятий ОПК» традиционно посвящена особенностям построения инфраструктуры промышленных предприятий ОПК. Сейчас ключевая особенность данного сектора экономики – импортозамещение, поэтому российским решениям, которые предназначены для использования, в частности, в промышленном сегменте, была посвящена значительная часть секции. Дополнительной темой 2020 г. стала организация удаленного защищенного и доверенного рабочего места сотрудника промышленных компаний. Модератором секции был **директор по развитию ПАО «Компания «Сухой» Роман Марковский**.

Тема удаленной работы обычно начинается с обеспечения защиты сетевого взаимодействия между удаленными сотрудниками и корпоративным шлюзом. Для этого используются технологии шифрования, которые на стороне компании могут быть интегрированы в межсетевые экраны. Одним из возможных вариантов для построения защищенных частных сетей VPN являются универсальные шлюзы безопасности UTM. Свои решения в этом сегменте предлагает, в частности, компания «Код Безопасности», о новинках которой рассказал в своем докладе **инженер отдела поддержки продаж Семен Костромичев**. Компания выпустила четвертую версию своего продукта «Континент», в которой улучшена система управления защитой, расширен набор инструментов безопасности и оптимизирована производительность при включенных высокоуровневых механизмах защиты, таких как DPI и IPS.

Впрочем, более интересное решение для государственных служащих и сотрудников госкорпораций предлагает компания GETMOBIT – разработчик российских терминалов для удаленной работы. Ее наработки представил на форуме **технический директор Андрей Андрющенко**. Компания разработала терминал GM-Box G1, который по внешнему виду напоминает IP-телефон, однако к нему можно подключить полноценный монитор (или даже два), клавиатуру и мышь, что превратит устройство в полноценное рабочее место – терминал доступа к VDI, расположенным внутри корпоративной сети заказчика. Устройство обеспечивает шифрование по российским алгоритмам и аутентификацию как с помощью смартфона сотрудника, так и по отпечатку пальца при помощи дополнительного USB-токена.

Компания также предлагает модификацию решения под названием GM-Box DUO, которая обеспечивает подключение к изолированным информационным контурам. В этом случае на устройстве устанавливается дополнительная плата, которая обеспечивает подключение к открытым сетям, а основная плата – к закрытым. Переключение между контурами производится специальным физическим переключателем, расположенным на устройстве. Такое решение может подключаться к объектам КИИ первой категории, ГИС, АСУ ТП и ИСПДн первого класса защищенности, сейчас оно проходит сертификацию во ФСТЭК. Устройства этой серии включены в единый реестр российских программ Минкомсвязи и в витрину технических решений для организации удаленной работы Минпромторга.

Для построения серверной инфраструктуры предприятий ОПК можно использовать российские разработки серверов. С ними ознакомил **специалист по внедрению ЗАО «НОРСИ-ТРАНС» Сергей Костин**. В своем докладе «Серверы линейки «Яхонт-УВМ»: основные характеристики и варианты применения» он рассказал о российской серии серверов на основе процессоров «Эльбрус». Компания наладила массовое производство серверов «Яхонт-УВМ», в каждый из которых может быть установлено до двух процессоров «Эльбрус 8С/8СВ» и 128 Гбайт оперативной памяти. В качестве базовой операционной системы могут быть применены операционные системы «Эльбрус ОС», ALT Linux или AstraLinux. Оборудование внесено в реестр Минпромторга как отечественное, поэтому может быть использовано в том числе для построения государственных информационных систем и на предприятиях ОПК. Причем для ситуационных центров и систем видеонаблюдения, применяемых в проектах класса «умный город», компания предлагает готовый программно-аппаратный комплекс «Яхонт-ЭМК».

Компоненты для построения ЦОД, предназначенных для оборонных нужд, обсудил в своем докладе **начальник лаборатории энергоэффективных суперкомпьютерных систем СПбФ АО «Концерн «Вега» Александр Чичковский**. В частности, его компания занимается проектированием и созданием мобильных ЦОД на основе российских процессоров «Эльбрус» на базе автомобильных платформ. Наиболее производительный мобильный ЦОД, который помещается в стандартный кузов-контейнер, имеет общую производительность 2,2 Пфлопс, может обрабатывать до 1,4 ПБайт данных и требует для работы как минимум 100 кВт электроэнергии.

Аналогичные разработки, но уже производства компании **ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»** представил в своем докладе **руководитель вычислительного центра** компании **Павел Талантов**. О встраиваемых компьютерах на базе отечественного многоядерного ARM-процессора 1892ВМ14Я разработки компании «ЭЛВИС» рассказал **инженер-программист второй категории АО «Омский научно-исследовательский институт приборостроения» Никита Шумилов**.

Для построения вычислительных ЦОД с пониженным энергопотреблением можно использовать появившиеся недавно серверы на платформе ARM – о таких сообщил в своем докладе **технический специалист департамента интеллектуальных вычислительных систем Huawei Денис Смирнов**. Для создания подобных серверов Huawei разработала процессоры линейки Kunpeng, при производстве которых использовалась литография с точностью 7 нм. Дополнительно к ним созданы сопроцессоры – сетевой, графический и нейросетевой. Из этих компонентов построена линейка серверов Taishan, которая может быть использована для создания высокопроизводительных ЦОД. Сейчас и другие производители начали выпускать ARM-серверы. В частности, «НОРСИ-ТРАНС», который является технологическим партнером Huawei, производит серверы на базе Kunpeng. Поэтому наблюдается тенденция переноса облачных решений со стандартной архитектуры на ARM.

Причем на базе ARM-серверов можно строить вычислительные ЦОД, которые будут обрабатывать, в частности, данные, поступающие от сложных промышленных IoT-решений. Для чего нужно обрабатывать эти данные, рассказал в докладе «Концепция цифровых двойников для задач ОПК» **главный технический специалист компании ANSYS-NOVATEH Александр Бурков**. При помощи цифровых двойников, точнее заложенных в них инструментах моделирования, предполагается анализировать поступающие от производственного оборудования данные для выявления в них критических режимов работы оборудования, чтобы вовремя заметить проблемы и остановить процесс разрушения дорогостоящего оборудования. Для этого можно использовать библиотеки моделирования компании ANSYS, которая разработала и предлагает на российском рынке программное обеспечение для моделирования разнообразных физических процессов.

Данные, которые загружаются и анализируются в системах класса «Цифровой двойник», собираются со специализированных промышленных датчиков. О таких устройствах рассказал в своем докладе **руководитель сервисной службы компании 3D CONTROL Александр Белугин**. Компания поставляет инструменты для построения трехмерных моделей объектов, таких как измерительные манипуляторы, оптические 3D-сканеры, лазерные трекеры, координатно-измерительные машины и другие устройства, которые можно использовать для построения цифровых двойников.

Таким образом, для решения проектных задач ОПК есть все компоненты для разработки в том числе и сложных технологических решений «на дому»: защищенные терминалы доступа, высокопроизводительные серверы для сложных вычислений и инструменты моделирования как самих проектируемых изделий, так и технологических процессов для их производства. Скорее всего, проекты построения именно таких систем дистанционного проектирования и моделирования будут популярны в ближайшее время на предприятиях российского ОПК.

О практическом применении различных инструментов в реальных условиях рассказал **начальник департамента информационных технологий, автоматизации и телекоммуникаций ПАО «Газпромнефть» Антон Думин**. Компания построила корпоративное облако на основе двух ЦОД, в которых установлено порядка 400 стоек с вычислительным оборудованием, сформулировала стратегию цифровой, культурной, операционной и организационной трансформации. Сформированный компанией специальный инфраструктурный оператор объединил все вычислительные активы. Во время самоизоляции компании удалось оперативно перевести на удаленную работу до 80% персонала (40 тыс. человек). «Газпромнефть» стремится внедрить концепцию невидимого сервиса, чтобы сотрудникам компании не приходилось следить за доступными им вычислительными ресурсами – необходимые для работы инфраструктурные компоненты должны предоставляться из облака автоматически.

**Информационная безопасность**

В этом году секция «Информационная безопасность на предприятиях ОПК» была посвящена анализу итогов процедуры категорирования объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ), о которых сообщила **заместитель начальника Управления ФСТЭК России Елена Торбенко**. Она отметила, что в соответствии с изменениями, которые были внесены в прошлом году в постановление № 127 по категорированию, перечень объектов рекомендовалось передать во ФСТЭК до 1 сентября минувшего года. Поэтому до 1 сентября текущего года компаниям нужно было завершить процедуру категорирования.

Из компаний, которые подали перечень потенциальных объектов КИИ, лишь одна нарушила сроки проведения категорирования – на это в рамках постановления отводится только один год. Однако по анализу реестра предприятий ОПК, который ведет Минпромторг, оказалось, что около 75% предприятий вообще не подали перечень объектов КИИ. При этом для предприятий ОПК имеются достаточно жесткие требования по категорированию, поскольку в новой версии постановления № 127 ущерб для ГОЗ начинается с нуля. Если потенциальная атака нарушит работу процесса, который обеспечивает выполнение ГОЗ, то даже минимальный ущерб приводит к присвоению звания, значимого для такого объекта КИИ. Тем не менее большинство компаний ОПК так и не вышли на связь для инициирования процедуры категорирования.

По словам Елены Торбенко, больше всего сложностей при оценке ущерба было с экономическими показателями – их проанализировал в своем докладе **заместитель начальника отдела – начальник лаборатории ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России» Алексей Енютин**. Он отметил, что экономические показатели ущерба применимы для всех предприятий, причем при оценке нужно рассматривать наихудший сценарий с максимальным уроном. Этим моделирование угроз отличается от управления рисками, где ущерб соотносится с вероятностью наступления события. В моделировании угроз вероятность наступления всех событий считается равной 100%. Кроме того, нужно учитывать и взаимосвязи объектов КИИ: если связанный объект принадлежит другому субъекту, следует направить специальный запрос на оценку связанного ущерба.

Подробно методику моделирования угроз безопасности информации разобрала в своем докладе **начальник отдела управления ФСТЭК России Ирина Гефнер**. Методичка была опубликована для общественного обсуждения в апреле этого года, теперь с учетом поступивших отзывов она дорабатывается. Методика предусматривает выполнение четырех действий: определение возможных негативных последствий от реализации угроз, оценка условий реализации угроз безопасности информации, определение сценариев реализации угроз безопасности информации и оценка уровня опасности и актуальности угроз. На этапе составления сценариев выделяются тактики и техники. Тактик в методичке предусмотрено десять, а техники обычно основаны на той или иной уязвимости информационных систем. Из последовательности отдельных тактик и техник создаются сценарии проведения атаки и формируется набор угроз для объекта КИИ. Предполагается, что с учетом методички будет модернизирован банк угроз и уязвимостей.

Опытом категорирования объектов КИИ на предприятии поделился **специалист отдела обеспечения ИБ АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» Дмитрий Горда**. Входящий в состав «Роскосмоса» институт занимается разработкой и изготовлением компонентов для стратегических и тактических ракет. При инвентаризации на предприятии было обнаружено несколько сотен объектов для категорирования, и процесс оказался непростым. Компании пришлось отправить специалиста на обучение в Воронеж. Возникли проблемы именно с финансовыми показателями ущерба, поскольку в комиссию по категорированию не могли ввести финансиста. После изменения Постановления Правительства «О категорировании» и введения в комиссию финансиста категорирование удалось довести до конца.

Политике информационной безопасности Госкорпорации «Роскосмос» был посвящен доклад **заместителя директора ФГУП «НТЦ «Заря» Олега Федотова**. В компании разработана стратегия обеспечения информационной безопасности на период до 2025 г. Предполагается разработка режимов коммерческой и служебной тайны, защиты персональных данных. При подготовке концепции учитывались такие технологии, как облачные сети и построение защищенных сетей.

Вопросы обеспечения информационной безопасности – один из важнейших компонентов деятельности предприятий ОПК. В частности, значимым аспектом является электронный документооборот секретных материалов. Автоматизировать его – непростая задача, однако на форуме **генеральный директор ООО «ЦНТ «Импульс» Андрей Киреев** рассказал, как можно решить эту проблему. Его компания занимается построением систем учета работы с секретными материалами на всех этапах их жизненного цикла. Решение использует российские алгоритмы шифрования и принципиально не интегрируется с другими информационными системами. Федеральные органы исполнительной власти уже активно применяют продукт, постепенно его начинают внедрять и региональные органы государственного управления. Однако его внедрение эффективно только для компаний, у которых количество секретных материалов превышает 500 штук.

В условиях вынужденной самоизоляции сотрудникам приходится работать удаленно, и в этом случае возникают новые риски информационной безопасности, которые проанализировал в своем выступлении **руководитель направления по работе с государственными заказчиками ООО «АйТи БАСТИОН» Николай Новожилов**. Он отметил, что во время пандемии нагрузка на сотрудников служб информационной безопасности существенно возросла, поэтому возникла потребность во внедрении инструментов автоматизации деятельности служб ИБ. Компания «АйТи БАСТИОН» занимается разработкой инструментов, которые позволяют автоматизировать контроль поведения пользователей, в том числе и при удаленной работе. В этом году разработчики постаралась интегрировать в свои продукты именно те инструменты, которые автоматизируют работу сотрудников служб ИБ. В частности, в продуктах компании появились механизмы для анализа поведения сотрудников при удаленном подключении. Также компания интегрировала свою систему управления с аналогичными инструментами «Лаборатории Касперского», что позволило управлять продуктами обеих компаний из одной системы управления.

Одной из важных тем, которая обсуждалась на секции информационной безопасности, оказалось импортозамещение. В докладе **директора по инновациям ГК Astra Linux Романа Мылицына** речь шла о разработке операционных систем для российских процессоров. Среди них достаточно много решений, которые построены по архитектуре ARM – подобные аппаратные решения начали выпускать несколько компаний. В результате компания AstraLinux разрабатывает и в самое ближайшее время планирует выпустить дистрибутив своей операционной системы, который будет работать на процессорах архитектуры ARM. Правда, поддерживаться будут далеко не все процессоры. Предполагается, что этот дистрибутив будет использоваться на смартфонах, хотя сейчас появилась тенденция переноса на ARM и серверных вычислительных ферм.

В качестве важного конкурентного преимущества российских средств защиты можно рассматривать интеграцию с системой ГосСОПКА. Именно с этого начал доклад **ведущий менеджер по работе с корпоративными клиентами компании «Юзергейт» Алексей Долгих**. Два других преимущества – гарантия технической поддержки и модернизация по требованиям заказчика – уже не столь очевидны, тем не менее привлекательны для российских компаний. Все они сливаются в одно преимущество – попадание российского средства защиты в реестр российского программного обеспечения. Продукты компании «Юзергейт» там присутствуют, причем они одни их немногих, которые реализуют набор функций межсетевого экрана нового поколения NGFW. Сейчас компания занимается сертификацией своего решения в промышленном исполнении по профилю защиты «Д» с возможностью защиты АСУ ТП.

Еще один инструмент для разделения и обеспечения безопасности сетей – инфодиод – описал в своем докладе **руководитель направления собственных продуктов «АМТ-ГРУП» Вячеслав Половинко**. Компания разработала устройство, которое во время пандемии оказалось востребованным. При организации удаленной работы с подключением к АСУ ТП и другим промышленным сетям однонаправленная передача данных позволяет лучше контролировать все взаимодействия и организовать мониторинг промышленных сегментов.

Вопросам импортозамещения был посвящен и **доклад заместителя директора департамента развития бизнеса компании Kraftway Максима Шумилова**, который рассказал о разработке российского твердотельного накопителя SSD. Основная цель разработки – создание доверенного накопителя, который будет полностью базироваться на созданном в МФТИ центральном процессоре RISC-V. Причем все данные, которые сохраняются на SSD, шифруются с помощью специального контроллера – это не позволяет получить доступ к данным даже в случае изъятия диска из устройства и прямого доступа к микросхемам памяти. Процедуру шифрования центральный процессор SSD не контролирует, поэтому не может ее отключить. Пробная партия SSD уже была выпущена в феврале этого года, а к началу следующего компания рассчитывает наладить полноценное массовое производство подобных устройств. Таким образом, в части импортозамещения российская промышленность развивается на текущий момент очень активно. Не в последнюю очередь этот процесс стимулирован решением задач обеспечения информационной безопасности и соблюдением требований регуляторов.

Важный аспект подготовки профессиональных стандартов стал центральной темой доклада **председателя ФУМО ВО ИБ Владимира Лося**, который был заслушан на секции в записи. Речь шла о разработке девяти профессиональных стандартов на специалистов в сфере ИБ. В частности, предполагается добавить в программы подготовки вопросы планирования, реализации, контроля и совершенствования защиты ЗОКИИ на предприятиях ТЭК. Правда, это стандарт для дополнительного образования, поскольку предполагает на входе специалистов с высшим образованием. Хотя стандарты на специалистов только разрабатываются, согласно новым требованиям приказов ФСТЭК уже с 1 января 2021 г. необходимо иметь определенное количество квалифицированных специалистов в этой области.

**Индустрия 4.0 в ОПК**

Секция «**Индустрия 4.0 в ОПК**» открылась в первый день работы форума и проходила в специальном формате «лекция + тренинг» – ее проводили «тренеры» школы управления «Сколково». Модератором секции выступил **руководитель образовательных программ по направлениям Индустрии 4.0 Московской школы управления «Сколково» Павел Биленко**.

Заседание секции открыл модератор. Павел Биленко напомнил о мировом тренде, который проявляется в том, что на смену энергетическим корпорациям первые места в рейтинге ведущих мировых игроков в наши дни занимают высокотехнологичные компании. Он процитировал профессора Илью Стребулаева: «В течение следующих пяти-десяти лет все традиционные индустрии ждут очень большие изменения, которые придут извне». Выступающий подробно остановился на процессе ускорения диффузии индустриальных технологий: «Мы начинаем быстрее использовать новые цифровые технологии, быстрее создавать эффекты для бизнеса».

Опираясь на опыт Германии, Павел Биленко рассказал о том, что представляет собой Индустрия 4.0. Особое внимание он уделил кибер-физическим системам и описал их влияние на эффективность промышленных предприятий. Эффективные экосистемы – это основа развития экономики, считает Павел Биленко: «Мы внимательно изучаем международный опыт и развиваем свои компетенции – для развития экосистем в России. В создании экосистем активно участвуют консорциумы корпораций».

Во второй части работы секции **научный сотрудник Сколковского института науки и техники (Сколтех) Сергей Николаев** рассказал о работе систем управления производственными активами на основе комбинации данных и физико-математических моделей; работе с данными от технологических процессов, машин, оборудования и систем управления данными промышленного предприятия; о предиктивной и прескриптивной аналитике для развития эффективности производства. Понятие цифрового двойника он трактует как программный аналог физического устройства, моделирующий все процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях воздействий и окружающей среды. Особенность цифрового двойника состоит в том, что для задания на него входных воздействий используется информация с датчиков реального устройства, работающего параллельно.

**Эксперт по BI, Big Data, AI, выпускник MBA10, МШУ «Сколково» и сооснователь компании Visiology Иван Вахмянин** рассказал о цифровых платформах для бизнес-анализа и планирования на примере международных практик их эффективного использования. Он также затронул проблематику, связанную с использованием данных: управление данными от персонала; системы управления данными для управленческого учета; переход от сбора данных к управлению и бизнес-аналитике. Отвечая на вопрос, зачем инвестировать в анализ информации, докладчик сообщил, что время на поиск и доступ к информации сокращается на 51%, на анализ информации – на 48%; расходы, связанные с поддержкой отчетности, снижаются на 31%, расходы на разработку новой отчетности – на 30%, операционные расходы – на 20%; выручка увеличивается на 16%. Основными направлениями внедрения бизнес-аналитики Иван Вахмянин считает оперативный мониторинг состояния оборудования и нахождения станочников на территории завода, автоматическое формирование рекомендаций по возможным заменам, анализ трудовой дисциплины, ведение матрицы возможных замен.

**Нормативно-правовое регулирование на этапе цифровизации**

Секция «**Нормативно-правовое регулирование применения цифровых технологий**» открылась на второй день работы форума. Обязанности модераторов выполняли **председатель ТК 22 Сергей Головин** и **председатель правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении» (АЦИМ), председатель ТК 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (ИКТО) Борис Позднеев**.

В кратком вступительном слове Сергей Головин объявил о том, что на секции в этом году центральной тематикой большинства докладчиков является концепция «Индустрия 4.0», после чего модератор секции передал слово **первому заместителю председателя комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия, председателю Совета по техническому регулированию и стандартизации при Минпромторге России, руководителю направления «Качество» Совета РСПП Андрею Лоцманову.** Выступая в удаленном режиме, Андрей Лоцманов зачитал доклад на тему «Использование опыта Германии для создания платформы «Промышленность РФ 4.0». Он рассказал о работе комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия, обозначив в качестве его приоритетной задачи защиту интересов российской промышленности при создании нового законодательства. Андрей Лоцманов подробно остановился на взаимодействии Комитета с коллегами из Германии, отметив положительные результаты совместного сотрудничества. В 2018 г. был создан Совет по техническому регулированию и стандартизации для цифровой экономики Комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия и Восточного комитета германской экономики. Одна из главных задач Совета – создание системы стандартизации для цифровых производств: «Существующая система стандартизации задумывалась и создавалась 100 лет назад, а для нового технологического уклада (V и VI) нужны стандарты нового типа – машиночитаемые и машинопонимаемые».

**Сергей Головин** рассказал о стратегии создания платформы «Промышленность РФ 4.0». Областью стратегии является промышленность России – и ОПК, и гражданской сферы, кроме того, ее эффективное взаимодействие с промышленностью ЕАЭС, а также с промышленностью других зарубежных стран. Цель стратегии – выработка основных принципов системного подхода к применению информационных технологий в целях существенного повышения эффективности развития промышленности РФ. Говоря о специфике развития ИТ в РФ, Сергей Головин отметил, что у нас есть основные программные документы по цифровизации, которые способствуют развитию отдельных ИТ-направлений, но отсутствует координация в интересах развития промышленности: «Задача «Промышленности РФ 4.0» – задать направление векторов развития в целях развития государства. Не надо путать автоматизацию и Индустрию 4.0: без автоматизации Индустрия 4.0 невозможна, но автоматизация повышает производительность лишь по отдельным векторам развития, в то время как Индустрия 4.0 работает в интересах всей промышленности».

**Борис Позднеев** выступил с докладом на тему «О разработке системы национальных стандартов для развития цифровой промышленности в ОПК». Он обратился к опыту немецких промышленников, которые «хотят отказаться от углеводородного топлива: все направлено на интеллект, на создание конкурентоспособного производства. Немцы выпустили джинна Индустрии 4.0 из бутылки, и сейчас все ключевые игроки на мировом рынке, особенно коллеги из Китая, уже участвуют в этой работе. Мы можем просто изучать чужие стандарты, но лучше их генерировать на основе своих лучших практик, чтобы управлять рыночной ситуацией». «Важно соучаствовать в разработке международных стандартов. Выигрывает на рынке тот, кто располагает лучшими практиками, превращает их в стандарты и продвигает на международном уровне. Это и есть наша стратегическая задача», – заявил Борис Позднеев. Докладчик представил модель цифровых инноваций в машиностроении (ЦИМ), базовую модель архитектуры Индустрии 4.0 (RAMI 4.0 – Reference architecture model Industry 4.0 – IEC 63088:2017), описал систему международной и национальной стандартизации в области Индустрии 4.0.

**Руководитель Центра зарубежных и международных стандартов, Информационная сеть «Техэксперт», Ольга Денисова** рассказала о роли систем классификации, кодификации товаров, материалов, услуг в концепции Industry 4.0 и о значении классификатора eCl@ss: «Мы заинтересованы в том, чтобы российские и европейские нормы были приведены в соответствие, чтобы торговля перешагнула границы в реальности, а не только в декларациях. Мы заинтересованы в развитии цифровых технологий в области стандартизации и техрегулирования». Стандарт еCl@ss – единственный во всем мире ISO/IEC-совместимый стандарт данных для товаров и услуг, который успешно используется в международной промышленности при взаимодействии между предприятиями, а также с поставщиками. еCl@ss – это самый продвинутый промышленный стандарт для кооперации и электронной торговли, который пока недостаточно используется российскими предприятиями».

**Заместитель директора инженерного центра по перспективным технологиям АО «СТМ» Леонид Кузнецов** поделился с участниками секции опытом холдинга СТМ по созданию цифровых платформ в транспортном машиностроении. Докладчик указал на эволюцию контрактов в транспортном машиностроении: раньше существовали контракты на поставку, включая гарантийный период; затем был совершен переход на контракты на поставку плюс сервисное обслуживание (сейчас именно этот тип контрактов доминирует); переход на контракты жизненного цикла – сложная организационная задача текущего момента, не все вопросы по которой решены; следующий уровень предполагает контракт на предоставление услуги (содержание путевой инфраструктуры или транспортное обслуживание). В высокой степени этот тренд в высокотехнологичных и наукоемких отраслях машиностроения является драйвером для создания цифровых платформ. В докладе также была освещена работа, связанная с проектом «Цифровая железная дорога», представлены проекты развития предиктивных технологий АО «СТМ».

**Системный аналитик ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Артем Логвин** выступил с докладом на тему «Система полного жизненного цикла (СПЖЦ) «Цифровое предприятие» – сквозная технология создания и управления ЖЦИ ВТ». В рамках Постановления Правительства от 31.08.2019 № 1137 до 2022 г. разрабатываются системы, обеспечивающие базовые инженерные потребности при создании и управлении ЖЦ изделий военной техники. Отдельным проектом выделена разработка базы данных нормативно-методологического обеспечения всего комплекса программ СПЖЦ. Основная цель проекта – описать сквозную цифровую технологию создания и управления ЖЦИ ВТ в разрабатываемом комплексе программ. Результаты проекта представляются в виде различных моделей и интерактивных документов.

**Главный научный сотрудник, профессор Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН Александр Олейников** проанализировал подход к обеспечению интероперабельности в сетецентрических управляющих системах. Интероперабельность – это способность двух или более информационных систем либо компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена. Обеспечение интероперабельности – сложная научно-техническая и организационно-методическая проблема, не решенная до конца в мире. Применение ИКТ-стандартов является необходимым, но недостаточным условием для обеспечения интероперабельности. Их использование обеспечивает только нижний, «технический» уровень, а полная интероперабельность должна достигаться на семантическом и организационном уровнях. В программе «Цифровая экономика РФ» отмечено, что наша страна по показателю «развитие и применение информационных технологий» занимает в мировых рейтингах 40-е места – на шкале времени это отставание примерно 15 лет. Это касается и технологии обеспечения интероперабельности. Решение проблемы интероперабельности имеет ключевое значение для обороноспособности страны. Необходимо обратиться в Правительство с просьбой определить или создать постоянно действующий межотраслевой рабочий орган (комитет, комиссию) по решению проблемы интероперабельности в России.

**Директор по развитию PLM-систем ООО «Алмаз-Антей управленческое консультирование» Алексей Хайруллин** рассказал о развитии корпоративной автоматизированной системы управления нормативно-справочной информацией. Пользователями системы КАСУ НСИ являются 40 предприятий концерна: центральная база данных КАСУ НСИ находится в Москве; центр обработки НСИ – в Екатеринбурге. Ключевые параметры системы: более 1 млн объектов НСИ; свыше 40 тыс. документов в библиотеке НТД; примерно 15 млн правил обработки в основе нейросети системы; около 30% заявок обрабатываются в автоматическом режиме (3–6 с); порядка 1,5 млн заявок на проверку НСИ. В настоящее время проводятся работы по интеграции с CAD-системами.

После завершения выступлений докладчиков модераторы секции и участники заседания обсудили проект резолюции. Стоит отметить, что к дискуссии подключились и удаленные слушатели. Так, Андрей Лоцманов, наблюдавший за работой секции в режиме онлайн, связался с модераторами по телефону и принял участие в обсуждении проблем стандартизации. Активные участники дискуссии обменялись контактами, договорились о продолжении работы по вопросам стандартизации и предложили ряд дополнений в текст итоговой резолюции работы секции.

**Цифровое производство – территория непрерывного обучения**

В роли модератора **секции «Кадры для цифровых предприятий ОПК»** выступил **председатель правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении», председатель ТК 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» Борис Позднеев**. В начале заседания он заострил внимание на актуальности решения задачи подготовки кадров для цифрового производства. С приветственным словом к участникам заседания обратился **член бюро Ассоциации «Лига содействия оборонным предприятиям» Виктор Дроздов**.

Выступившие на заседании секции эксперты отмечали необходимость оптимизации образовательных и учебных программ, освоение которых позволит студентам и слушателям корпоративных университетов сформировать навыки комплексного решения задач и потребность в непрерывном обучении.

О развитии международного сотрудничества технических университетов для обеспечения подготовки кадров в области Индустрии 4.0 шла речь в выступлении **первого заместителя председателя Комитета по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия РСПП Андрея Лоцманова**. Одна из рабочих групп платформы «Индустрия 4.0» в Германии – «Образование и профессиональная подготовка». В рамках проекта по взаимодействию технических университетов в Граце, Вене, Дрездене, Уральского федерального университета, СТАНКИН и МИРЭА предлагается объединить усилия вузов для обмена опытом в области преподавания и подготовки кадров для Индустрии 4.0. К этому проекту могут подключиться и другие вузы.

**Главный научный сотрудник Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, председатель ПК206/ТК22 «Интероперабельность» Александр Олейников** обратил внимание на необходимость подготовки кадров в области интероперабельности. Для этого следует использовать все формы обучения, включая дистанционную. Кроме того, предлагается рассмотреть вопрос о целесообразности введения интероперабельности в паспорта некоторых профильных специальностей.

Вопросы подготовки востребованных современными индустриями специалистов, построения карьеры, цифровой грамотности, отношения к запросам нового поколения работников нашли отражение в докладе председателя **Координационного совета разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры, электронной компонентной базы и продукции машиностроения Союза машиностроителей России, профессора Финансового университета при Правительстве РФ Арсения Брыкина**.Представители нового поколения выросли в цифровой среде, для них характерно сочетание уникальных ценностей, потребностей и взглядов на мир. Сегодня не их выбирают, а они выбирают работодателя, причем не просто хорошего начальника, но авторитетного наставника. При трудоустройстве молодые люди ориентируются на интересные проекты, гибкий график, бренд компании и атмосферу в коллективе. Баланс между работой и личной жизнью для них зачастую важнее конкурентной заработной платы.

Говоря о подготовке и реализации образовательных программ в области Индустрии 4.0, **председатель ТК-МТК-22, заведующий кафедрой математического обеспечения и стандартизации информационных технологий МИРЭА** **Сергей Головин** заметил, что основными программными документами по цифровизации в России предусмотрено развитие отдельных направлений ИТ, при этом упущены из виду задачи их координации в интересах промышленности. Индустрия 4.0 нужна для того, чтобы двигаться не в разные стороны, а в одну, в интересах государства. Стандарты служат основой Индустрии 4.0. Для поиска и навигации в сфере стандартов по профессиональным направлениям создан сайт [www.cksit-rspp.ru](http://www.cksit-rspp.ru).

О концепции развития человеческого капитала шла речь в докладе **заместителя генерального директора по управлению персоналом, правовым, корпоративным и организационным вопросам АО «Швабе» Ольги Малашкиной**.Концепцией, рассчитанной на период до 2025 г., определены четыре вектора развития: кадровый резерв и развитие; вознаграждение и результаты; корпоративная культура; социальные программы. В рамках первого направления создана система многоуровневого кадрового резерва, развивается центр управления проектами. На 2022 г. запланирован запуск функционального корпоративного центра оценки.

Опытом в сфере профессиональной переподготовки инженерных кадров поделился **заместитель генерального конструктора по перспективным проектам АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» Артем Коновальчик**.Непрерывное развитие кадрового потенциала осуществляется путем создания корпоративного пространства для интеграции и распространения внутри концерна передового научно-технического опыта. Повсеместное внедрение ИТ заставляет корректировать требования к специалистам и совершенствовать подходы к обучению персонала. Корпоративная система подготовки включает 21 научно-образовательный центр, действующий на базе предприятий концерна. Как показывает опыт, первостепенное внимание должно уделяться количественному и качественному планированию, чтобы четко понимать, какие кадры нужны предприятию, сколько и в каких областях. Особое внимание в концерне уделяется подготовке научно-педагогических кадров из числа сотрудников предприятий. Направления обучения по использованию ИТ-решений являются прикладными, потому их следует открывать на базе корпоративных образовательных центров, считает докладчик.

Одним из инструментов подготовки кадров для ОПК являются инжиниринговые центры, создаваемые в образовательных учреждениях. В рамках таких центров обеспечиваются поддержка проектно-ориентированного обучения и индивидуальных траекторий обучения, развитие навыков создания проектных макетов, экспериментальных образцов, разработка электронных сервисов. Все это позволяет значительно сократить сроки адаптации выпускников на предприятиях. Об этом говорила в своем докладе **проректор по научной и проектно-инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Лариса Борисоглебская**.

Решение актуальной задачи подготовки кадров для цифрового производства возможно только коллективными усилиями, при эффективном взаимодействии вузов, предприятий и ИТ-компаний, заинтересованных в подготовке востребованных в ОПК кадров. Данный тезис проиллюстрировала **руководитель образовательной программы «Будь инженером» компании АСКОН консорциума «РазвИТие» Ольга Чернядьева** на примерах применения сквозной методики использования инженерного ПО консорциума в НИЯУ МИФИ, где внедрено отечественное сквозное PLM-решение. Осваивая данный инструмент и знакомясь с этапами производства, студенты приобретают реальный опыт пользования линейкой продуктов, необходимых для разработки изделий. Потребность в актуализации образовательных программ под нужды заказчиков продиктована необходимостью транслировать актуальные задания от предприятия вузу, обеспечить непрерывное закрепление навыков в области программного инжиниринга и развитие умений комплексно решать задачи.

О выстраивании экосистемы подготовки перспективных специалистов на примере инжинирингового и строительного кластеров центра «Навыки будущего» рассказал **директор-организатор ФГАОУ ВО СВФУ им. М.К. Аммосова Роман Гоголев**.Среди задач центра – формирование новых образовательных стандартов вне ФГОС, дополнительное образование, наращивание компетенций, выполнение НИОКР, реализация проектов по собственной инициативе и по заданиям региональных компаний. Руководство центра сделало ставку на продвижение в регион современных технологий, в частности с помощью механизма поручений и рекомендаций. В центре внедрена система группового проектного обучения – адаптированный аналог студенческих конструкторских бюро.

Опытом формирования системы опережающей и практико-ориентированной подготовки кадров для цифрового производства поделилась**доцент кафедры телекоммуникационных технологий и сетей Ульяновского госуниверситета Светлана Липатова**.В вузе реализуется технология опережающей подготовки ИТ-инженеров, инженеров-конструкторов, инженеров-технологов, специалистов в области инженерного анализа и специалистов по организации и управлению производством для высокотехнологичных предприятий региона. На базе Центра компетенций «Цифровое производство высокотехнологичных изделий в машиностроении» выполняются программы опережающей подготовки кадров и выполнения НИОКР для машиностроительных предприятий. Сформирован Центр «Виртуальный инжиниринг и аддитивные технологии» для создания передовых разработок в области инженерного анализа, аддитивных технологий и реверсивного инжиниринга. На основе договоров с индустриальными партнерами сформирован портфель заказов для НИОКР в 2020–2021 гг.

Доклад **проректора по ВИПиР МГТУ «СТАНКИН» Дмитрия Никитина**,посвященный реализации механизма трансфера технологий на базе Федерального центра компетенций в промышленности МГТУ «СТАНКИН», представил модератор секции Борис Позднеев.Основные цели создания Центра – формирование центра экспертизы, инжиниринга и разработок, коммерциализация результатов прикладных исследований в машиностроении, решение задач отраслевых заказчиков и системное развитие высокотехнологичных отраслей машиностроения. Центр развивает партнерство сведущими технологическими центрами – генераторами инноваций в машиностроении, мировыми производителями и ИТ-компаниями, российскими потребителями и производителями технологического оборудования и ПО.

Ведущий секции также ознакомил участников заседания с презентацией работы **аспирантки МГТУ «СТАНКИН» Евгении Бабенко**,посвященной созданию комплекса цифровых образовательных ресурсов в целях развития компетенций в области цифровой промышленности и Индустрии 4.0 для кадрового обеспечения предприятий ОПК. Сейчас на основе этого комплекса составляется вариант ресурсов для дополнительного образования руководителей и работников предприятий ОПК в области цифрового развития.

Опыт создания лабораторного практикума совместно с производителями радиоизмерительного оборудования представил **аспирант Московского авиационного института (Национального исследовательского университета) Алексей Смирнов**. Практикум можно масштабировать на требуемое количество рабочих мест, чтобы обеспечить подготовку студентов к современным вызовам радиоэлектронной промышленности в области связи и радиолокации. Взаимодействие с производителями измерительного оборудования обеспечивает быстрое внедрение современных технологий в учебный процесс. Индустриальное партнерство в отрасли позволяет мотивировать студентов и вовлекать их в научно-исследовательскую работу, помогает выстраивать карьерные планы.

Дискуссионный характер заседания секции послужил питательной средой для предложений, которые выдвигали докладчики в резолюцию форума. Прозвучавшие тезисы активно обсуждались в аудитории накануне их включения в итоговый документ.

**Цифровые двойники и суперкомпьютерное моделирование**

Секция «**Цифровые двойники и суперкомпьютерное моделирование на предприятиях ОПК**» открылась на третий день работы форума. Обязанности модераторов выполняли **проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета (СПбПУ) профессор Алексей Боровков**, **руководитель Центра цифровизации предприятий ОПК ФГУП «ВНИИ «Центр» Андрей Агеев** и **генеральный директор ООО «Тесис» Сергей Курсаков**.

Во вступительном слове Андрей Агеев объяснил причины, по которым в этом году было принято решение объединить две секции – «Цифровой двойник в производстве ВВСТ» и «Имитационное и суперкомпьютерное моделирование на предприятиях ОПК» – в одну. Правильность решения оргкомитета «ИТОПК-2020» об объединении двух секций также обосновал Сергей Курсаков.

Первый доклад объединенной секции на тему «Технология разработки цифровых двойников» был представлен **Алексеем Боровковым**. Он отметил, что одна из проблем, которую цифровой двойник и должен решать, – сокращение сроков или, как минимум, их соблюдение, а также снижение себестоимости разработки: «Уже на этапе проектирования должны быть учтены все ограничения производства, определены все критические зоны и характеристики, которые необходимо будет контролировать на всех этапах жизненного цикла, планировать, прогнозировать техническое обслуживание и ремонт». Докладчик дал научное определение цифрового двойника как матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений процесса проектирования, в основе которого лежат разработка и применение целого семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам, реальным физико-механическим процессам, описываемым 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных: «С цифровым двойником вместо лупы у вас появляется микроскоп, вместо логарифмической линейки – сверхмощный компьютер». Алексей Боровков также провел разграничение двух ключевых понятий – «цифровые двойники» и «цифровые тени»: «Цифровые двойники позволяют создавать «умные цифровые тени», чтобы собирать действительно необходимые данные и не генерировать информационный мусор в Big Data».

В качестве комментария к докладу Алексея Боровкова сомодератор Андрей Агеев рассказал о работе, проводимой Минпромторгом в плане внедрения технологии цифровых двойников на предприятиях российского ОПК.

**Заместитель генерального конструктора по инновационному развитию ОКБ АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» Станислав Сычев** в ходе виртуального выступления рассказал о внедрении технологии суперкомпьютерного моделирования на предприятиях корпорации, а также о тех результатах, которые были достигнуты благодаря применению технологии цифровых двойников в ходе реализации оборонных проектов. Корпорация КТРВ ведет сейчас такие проекты в области суперкомпьютерного моделирования, как, например, создание специализированного программного комплекса оптимизации планера летательного аппарата в задачах аэродинамики и статической аэроупругости; создание специализированных программных модулей численного моделирования газодинамических процессов в авиационных силовых установках различных типов летательных аппаратов для отечественных суперкомпьютеров и др.

**Заместитель генерального конструктора по перспективным проектам АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» Артем Коновальчик** представил доклад на тему «Технология «цифровые двойники» для создания перспективных изделий номенклатуры концерна». Как указал докладчик, «чтобы добиться адекватности моделей, необходимо создавать их в той предметной области, в которой разбирается сам разработчик». Поскольку концерн работает с большими разнородными группировками и спецификой его деятельности являются системные решения, следует использовать имитационное моделирование. Для полноценного описания предметной области необходимо смотреть на три уровня моделирования: системный, конструкторский и уровень испытаний. Связующим звеном между уровнями моделирования являются компьютерные модели или цифровые двойники изделий. При создании моделей необходимо ориентироваться на технологии имитационного и математического моделирования, цифровые двойники изделий, суперкомпьютерное моделирование, систему поддержки принятия решений с элементами ИИ. Артем Коновальчик особо подчеркнул, что виртуальный полигон не заменяет на 100% реальные испытания: «Виртуальные испытания дополняют реальные, они предваряют физический полигон, позволяют корректно выйти на финальные испытания и минимизировать их количество».

**Директор по математическому моделированию ЧУ «Цифрум» Дмитрий Фомичев** рассказал о текущем статусе, а также о перспективах развития цифрового продукта суперкомпьютерного моделирования и инженерного анализа «Логос», который применяется на предприятиях ОПК. Докладчик сопоставил две технологии разработки и модернизации высокотехнологичных изделий промышленности: классическую технологию с проведением полномасштабных испытаний – «это долго, дорого, неэффективно и ресурсозатратно» – и новую цифровую технологию без проведения полномасштабных испытаний. Дмитрий Фомичев подробно остановился на базовых и специализированных продуктовых модулях ПО «Логос» и представил примеры отраслевого применения цифрового продукта на предприятиях атомной промышленности.

Об использовании технологий цифровых двойников при проектировании стрелкового оружия рассказал **руководитель специального конструкторского отдела Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» СПбПУ Дмитрий Лебедев**. Объясняя специфику создания цифрового двойника гражданского спортивного оружия, докладчик указал на ряд ключевых задач: разработка полного цифрового двойника спортивного пистолета СП-15; разработка гаммы спортивного оружия высоких достижений нового поколения полностью в виртуальной среде на основе валидированного цифрового двойника; оптимизация параметров оружия на основе цифрового двойника; разработка уникальной конструкции сбалансированного пистолета с одним шепталом.

**В докладе инженера-исследователя АО «КБП им. академика А.Г. Шипунова» Ольги Мошкиной**,посвященном оптимизации параметров оптико-механических устройств с применением современных суперкомпьютерных технологий, отмечалось, что натурные испытания подобных устройств – долгий и дорогостоящий процесс. Решение использовать современное компьютерное моделирование позволило значительно сократить количество натурных экспериментов. Проект предусматривал, в частности, разработку цифрового двойника образца изделия, валидацию разработанной цифровой модели по результатам натурного эксперимента, проведение виртуальных испытаний, выдачу рекомендаций по доработке изделия. В результате был разработан цифровой двойник образца изделия; проведена валидация по результатам натурного эксперимента (погрешность на всем диапазоне измерений не превышает 17%).

Опытом реализации методологического подхода к разработке проекта в парадигме МОСИ с участниками секции поделился **аспирант МФТИ (НИУ) Денис Шпотя**. Общая постановка задачи предусматривала разработку методического инструментария, основанного на модернизации и синтезе инструментов модельно-ориентированного системного инжиниринга (МОСИ) и реализуемого с помощью общедоступных средств автоматизации разработки, в целях сокращения сроков и стоимости проектирования систем, без ухудшения их качества. Преимущества разработанного методического инструментария: легко воспроизводим и тиражируем; основан на современном языке SysML и подходе МОСИ; минимальные или нулевые финансовые затраты на ПО для МОСИ (SysML). Использование МОСИ (SysML-моделей требований) обеспечивает: повышение скорости и качества выполнения документов и работ; унификацию понимания («что», «как», «кто» и «когда» делает в проекте); моментальный доступ к необходимой информации (НТД, шаблоны, результаты); удобное планирование и верификацию документов и др.

**Заместитель директора по продажам ООО «ТЕСИС» консорциума «РазвИТие» Александр Щеляев** рассказал об опыте использования и аттестации ПО FlowVision в атомной энергетике. В качестве решаемых задач докладчиком были обозначены: моделирование процессов тепломассопереноса на различных этапах проектирования в целях определения и оптимизации параметров отдельных элементов РУ (ТВС, насосное оборудование, резервный подшипник, дроссель, обратный клапан, верхняя смесительная камера); вентиляция помещений; создание методик решения задач с учетом интегральной компоновки оборудования РУ (расхолаживание реактора БН); реализация и верификация специальных моделей и модулей (распространение радиоактивных веществ в реакторе – модуль FV-BN; турбулентный теплоперенос в жидких металлах – модель LMS). Александр Щеляев посетовал, что разработчики программных средств сейчас находятся в незащищенном положении в плане юридического обеспечения процесса математического моделирования: «Зачастую при внедрении FlowVision к нам обращаются с вопросом: кто из регулирующих организаций признает математические расчеты?» Выступающий подробно остановился на проведении аттестации, которая существует в России только в рамках атомной отрасли: «Ни по внешней аэродинамике самолетов, ни по гидродинамике судна в стране пока не существует органов сертификации, аттестации кодов. Это связано с тем, что средства математического моделирования до сих пор требуют некоего НИР при разработке методики для моделирования конкретных расчетных случаев. Атомщиков жизнь заставила заняться этим вопросом после ряда катастроф».

Доклад на тему «Применение математического моделирования взаимодействия системы «ударник – элемент бронезащиты – объект защиты» в целях оптимизации процесса разработки элементов СИБЗ», подготовленный **заместителем начальника отдела компьютерного инжиниринга Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» СПбПУ Николаем Харалдиным**, был зачитан его коллегой **Дмитрием Лебедевым**. В разработке и производстве средств бронезащиты наблюдается тенденция к постоянному снижению веса армирующих элементов, что требует проведения большого количества дорогостоящих натурных испытаний новых средств защиты. «Центр компьютерного инжиниринга» предложил создать компьютерную модель торса, чтобы сократить затраты на разработку новых прототипов. В результате была создана цифровая модель туловища среднестатистического мужчины. Совместно со специалистами Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова уточняются и дорабатываются модели биообъектов по следующим направлениям: анатомия, свойства биоматериалов, механогенез повреждений.

**Начальник лаборатории энергоэффективных суперкомпьютерных систем филиала АО «Концерн «Вега» в г. Санкт-Петербурге Александр Чичковский** рассказал об энергоэффективных суперкомпьютерах и центрах обработки данных для систем искусственного интеллекта и цифровых промышленных технологий. Сегодня крайне мало сертифицированных защищенных сетей передачи данных, предприятия ОПК обрабатывают большие данные на местах. Поэтому необходимо обеспечить предприятия ОПК специализированными суперкомпьютерами и ЦОД высокой заводской готовности для увеличения доступности (четыре месяца на производство и две недели на разворачивание) внедрения цифровых технологий в процесс разработки и производства вооружения, военной и специальной техники. Докладчик рассказал о ключевых особенностях технологии с жидкостным охлаждением, предлагаемой концерном «Вега», привел примеры ее реализации, представил серверы «Мобильный» и «ЦОД», описал основные варианты компоновки МЦОД на базе кузова-контейнера и кузова-фургона. В качестве примера стойкости системы выступающий сообщил, что у одного из заказчиков в Санкт-Петербурге суперкомпьютер расположен в эпизодически подзатапливаемом (5–10 см воды) подвале здания.

Завершил работу секции **доклад руководителя проекта АО «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» Александра Черепанова**. В выступлении шла речь о развитии аппаратно-программного комплекса для цифрового проектирования и создания цифровых двойников с применением системной инженерии. В рамках АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ» ведется разработка сетевого научного центра (СНЦ) для решения комплексных наукоемких инженерно-исследовательских задач (КНИИЗ), возникающих при разработке принципиально новых высокотехнологических решений промышленных процессов, устройств и материалов, по трем направлениям: цифровое проектирование; разработка и верификация расчетных моделей; виртуальные испытания.

**Искусственный интеллект и большие данные**

В этом году в рамках форума работала новая секция – «Искусственный интеллект и большие данные на предприятиях ОПК», посвященная вопросам практического применения технологий искусственного интеллекта и больших данных как на предприятиях ОПК, так и в проектируемой ими продукции. Модератором секции выступил **начальник подразделения ФГУП «ГосНИИАС» Юрий Визильтер**, который проанализировал современное состояние, перспективы и практическое использование технологий ИИ на предприятиях ОПК. В своем докладе он отметил, что задача распознавания образов с помощью нейронных сетей в целом уже решена. Разрабатываются технологии сопровождения объектов, их повторной идентификации и оптимизации ресурсов на распознавание. В будущем возможно появление технологий предсказания поведения людей и объектов, что необходимо для создания автономных устройств. Сейчас создаются решения, позволяющие использовать методы распознавания образов в составе бортовой электроники в оперативном режиме.

Однако пока технологии распознавания в основном иностранного происхождения, они могут содержать определенные уязвимости предобученных библиотек. Например, если для создания системы обнаружения самолетов были использованы любые изображения, кроме военных самолетов вероятного противника, то такая сеть при обработке изображения военного самолета может допустить ошибку. Поэтому перед российскими разработчиками стоит задача создания собственной библиотеки предобученных нейронных сетей, выборка для обучения которой будет создаваться под контролем российских разработчиков. Одной из сквозных тем секции оказалась организация обмена базами и банками данных, которые можно было бы использовать для обучения нейронных сетей. Создание такого банка для нужд ОПК может оказаться одной из приоритетных задач отрасли.

Тему классификации методов и технологий искусственного интеллекта продолжил **директор по научным проектам НИУ ВШЭ и председатель ТК164 Сергей Гарбук**. В его докладе были систематизированы задачи, которые может решать искусственный интеллект. В частности, он предложил использовать ИИ для обобщения, категорирования и нечеткого поиска объектов, социальных коммуникаций, распознавания образов, предиктивного принятия решений, навигации и определения местоположения, а также для управления физическими воздействиями. При этом предполагается моделировать типовые объекты и процессы, чтобы ИИ мог не только угадывать будущее на основе ретроспективы, но и использовать моделирование уже известных физических законов.

Сегодня уже есть аппаратные решения, которые позволяют встраивать обученные нейронные сети для решения оперативных задач. О разработках в этом направлении рассказал **начальник отдела продаж ЗАО НТЦ «Модуль» Никита Воронков**. В текущем году компания отметила 30-летие, и сейчас совместно с партнерами занимается разработкой готовых решений со встроенными элементами искусственного интеллекта. На форуме речь шла о проектах в области высокоточной навигации, диагностических медицинских систем и распознавания лиц. Компания даже работала над проектом создания цифрового двойника ребенка по заказу администрации города Обнинска, который был использован для сервиса «Для самых родных».

Платформу для массовой разработки нейронных сетей представил на форуме **Юрий Визильтер**. ФГУП «ГосНИИАС» с сентября 2018 г. работает над унифицированной «Платформой-ГНС», которая даст возможность при проектировании российских решений использовать уже разработанные для иностранных решений обученные модели. Инструмент позволяет не только обучать новые модели нейронных сетей, но и трансформировать существующие для их применения на российской элементной базе. Предполагается, что первая версия платформы будет доступна в ноябре этого года (с июля ведутся ее тестовые испытания). Основная цель создания платформы – массовая разработка продуктов с применением технологий ИИ на российской элементной базе и возможностью использования, в частности, в оборонных проектах.

Аппаратное обеспечение для обучения нейронных сетей на суперкомпьютерах и для их реализации в боевых условиях представил **начальник лаборатории «Когнитивные технологии радиовидения» филиала АО «Концерн «Вега» в г. Санкт-Петербурге Игорь Бырков**. С помощью мобильных суперкомпьютерных комплексов можно создавать и совершенствовать модели ИИ, а также программное обеспечение для выпуска аппаратов воздушного и наземного мониторинга технических объектов и предприятий ОПК.

Одним из лидеров в области разработки аппаратных решений является компания Huawei – ее достижения обнародовал на форуме **технический специалист департамента интеллектуальных вычислительных систем Денис Смирнов**. Компания разработала набор специализированных сопроцессоров под торговой маркой Ascend, которые можно использовать как для ускорения процесса обучения нейронных сетей, так и для их применения, например, в системах видеонаблюдения. Для создания моделей нейронных сетей компания предлагает специализированную платформу под названием MindSpore, в состав которой входит набор предобученных нейронных сетей под названием ModelArts. Таким образом, создается полноценная инфраструктура проектирования, расчета и использования нейронных сетей для распознавания образов.

О применении технологий искусственного интеллекта на предприятиях ***«*Росатома»** рассказал **руководитель программы сквозных цифровых технологий и управления данными госкорпорации Валерий Черепанов**. Корпорация разработала программу роботизации и применения ИИ на всех этапах работы с ядерным топливом – от добычи руды до обработки ядерных отходов. О роботизации и безлюдном производстве на предприятиях ОПК рассказал **заместитель директора по научной работе ЦНИИ РТК Николай Грязнов**. Он определил такие понятия, как кибер-рефлекс и кибер-инстинкт, которые позволяют обеспечить более высокие уровни автономности для роботов.

Применение искусственного интеллекта для совершенствования производственных процессов на предприятиях ОПК – тема выступления в дистанционном режиме **представителя группы новых промышленных технологий ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» Евгения Лялина**. Докладчик рассказал о направлении Process Discovery – технологии выявления на предприятии с помощью методов ИИ производственных процессов и оптимизации их по определенным критериям. Промышленное применение искусственному интеллекту нашел и **начальник проектно-учебной лаборатории «Цифровая экономика и высокие технологии» ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» Михаил Начевский**, который рассказал об использовании технического зрения для ускорения производства уникальных продуктов, обеспечения промышленной безопасности, контроля продукции и элементов питания, а также контроля автоматических транспортных средств.

Сейчас и военные начинают применять искусственный интеллект в своей деятельности. Так, **заместитель генерального директора ПАО «МАК «Вымпел» Александр Рахманов** представил результаты использования предсказательных возможностей нейронных сетей для обеспечения постоянной готовности РЛС дальнего обнаружения. **Заведующий сектором ИПМ им. М.В. Келдыша РАН Сергей Соколов** поделился результатами изучения существующих систем машинного зрения и отметил, что они ориентированы преимущественно на обработку видеосигналов, предназначенных для человека, в то время как техническое зрение для бортовой электроники можно оптимизировать за счет использования гексагональной матрицы фасеточного зрения – по аналогии с обработкой сигналов у насекомых. В конце заседания секции **инженер-программист АО РИФ Петр Сконников** доложил результаты обучения нейронных сетей для распознавания и классификации воздушных целей.

**Корпоративный вектор**

В дни работы форума **консорциум «РазвИТие»** провел семинар на тему «Решение сложнейших инженерных задач с помощью российского программного обеспечения». На мероприятии были представлены, в частности, решения и технологии для сквозного применения программных продуктов консорциума, обеспечивающие коллективное проектирование сложных изделий, радиоэлектронной аппаратуры, инструменты для проверки и автоматического исправления ошибок в конструкторской документации и электронных моделях изделий, решения для оптимизации совместной работы конструкторов и расчетчиков, проведения инженерных расчетов в окне CAD-системы, а также расчета тепловых режимов РЭА. В ходе презентации флагманских продуктов специалисты поделились опытом применения решений консорциума ведущими российскими промышленными предприятиями.

Еще один семинар на тему «Сквозная цифровизация производственных процессов» организовала **корпорация «Галактика».** Специалисты обсуждали подходы к сквозной цифровизации производственных процессов на отдельных предприятиях и в объединениях. Особое внимание было уделено оценке имеющихся технологических и ресурсных возможностей выпуска промышленной продукции, созданию цифровой среды управления производственными процессами, оптимизации и автоматизации функции управления сетями кооперации, а также сквозному управлению производственными процессами.

**Госкорпорация «Росатом»** выбрала формат круглого стола для обсуждения вопросов развития современной транспортно-логистической инфраструктуры на основе комплексного применения цифровых технологий. В мероприятии приняли участие руководители и специалисты цифровых направлений Госкорпорации «Росатом», представители правительства Сахалинской области и Национальной технологический инициативы (НТИ). В рамках сессии «Комплексные цифровые решения в транспортно-логистической сфере на примере решений для Сахалинской области» обсуждались роль экосистемы цифровых платформ в развитии инфраструктуры этого региона и преимущества концепции «Цифровые острова». Инициатива правительства Сахалинской области «Цифровые острова» ориентирована на развитие российских островных и прибрежных территорий, а также на предоставление высококонкурентных решений странам Азиатско-Тихоокеанского региона. Эксперты отметили большой потенциал «цифрового» сотрудничества региона с ГК «Росатом», оценили значение цифровых технологий при развитии логистического бизнеса госкорпорации. Компании-партнеры представили решения для развития дальней морской связи, беспроводной профессиональной связи в порту, видеомониторинга в портовой зоне, а также мониторинга подводных трубопроводов.

**ИТОПК-2020 подводит итоги**

Открыл итоговое заседание форума **руководитель Центра цифровизации предприятий ОПК ФГУП «ВНИИ «Центр» Андрей Агеев**. По его словам, три дня форума были насыщены событиями, встречами, обсуждениями и дискуссиями. Андрей Агеев предложил участникам ознакомиться с итоговым видеообзором работы ИТОПК-2020, в котором были отмечены все знаменательные события форума этого года, и подвел предварительные итоги мероприятия. На ИТОПК-2020 работали десять тематических секций; прошли семинары партнеров форума, компаний ИТ-индустрии, которые имели возможность представить свои решения на выставке; был проведен ряд специальных и бизнес-встреч по различным направлениям работы ОПК.

Андрей Агеев предоставил модераторам секций возможность подвести краткие итоги, а участникам заседания, наблюдающим за мероприятием в режиме онлайн, – поделиться своими комментариями в специализированном чате форума. При этом каждое выступление модератора Андрей Агеев завершал вручением поощрительной таблички за подписью заместителя председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ Олега Бочкарева за личный вклад в подготовку и проведение IX форума ИТОПК-2020.

**Заместитель генерального директора по цифровизации АНО «Агентство технологического развития» Михаил Носов** представил итоги работы секции «Системы управления предприятием ОПК». Он отметил, что задачи по цифровой трансформации к 2020 г. были четко сформулированы: «При исполнении дорожных карт по цифровизации как поставщикам, так и потребителям следует особое внимание уделять быстрому переходу на отечественные технологии – в противном случае цифровая трансформация на базе санкционно зависимых технологий приведет к цифровой экспансии. Программе цифровой экономики недостает единого консолидированного источника по мерам господдержки и агрессивной популяризации этих мер».

**Руководитель направления департамента проектирования ПАО «ОАК» Роман Соболев** сообщил об итогах работы секции «Цифровое производство на предприятиях ОПК». Он отметил, что в 2019–2020 гг. был введен в действие ряд ключевых документов и постановлений Правительства России, направленных на финансовую поддержку как предприятий, использующих и внедряющих отечественное инженерное ПО, так и его разработчиков. Роман Соболев отметил положительную динамику в формировании требуемой для предприятий ОПК функциональности отечественного инженерного ПО.

**Руководитель образовательных программ по направлениям Индустрии 4.0 Московской школы управления Сколково Павел Биленко** подвел итоги работы секции «Индустрия 4.0 в ОПК». Он подчеркнул, что новая секция была полна энергии и вовлеченности ее участников: «Мы предлагаем в течение следующего года найти возможность совместно выйти на следующий уровень развития региональных технологических экосистем с помощью технологии «Индустрия 4.0».

**Председатель ТК 22 Сергей Головин** рассказал об итогах работы секции «Нормативно-правовое регулирование применения цифровых технологий». В этом году почти все доклады на секции были сфокусированы на вопросах стандартизации, связанных с Индустрией 4.0. Упомянув опыт Германии, докладчик посетовал на то, что в России до сих пор не принята на государственном уровне программа по развитию Индустрии 4.0, и предложил ориентироваться на стратегию «Промышленность РФ 4.0», представленную РСПП.

**Председатель правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении», председатель ТК 461 Борис Позднеев** доложил по итогам работы секции «Кадры для цифровых предприятий ОПК»: «Сегодня наш фокус внимания ориентирован на цифровое развитие, на топ-менеджмент, который определяет стратегические задачи, готовит дорожные карты и управляет всем процессом цифровой трансформации». Как и его коллеги, Борис Позднеев поблагодарил организаторов ИТОПК за проведение форума в столь сложных условиях. Он также акцентировал внимание всех участников мероприятия по поддержке стратегии «Промышленность РФ 4.0», отметив необходимость перестройки «чрезвычайно инерционной системы высшего образования».

**Начальник подразделения ФГУП «ГосНИИАС» профессор РАН Юрий Визильтер** представил итоги работы новой секции «Искусственный интеллект и большие данные на предприятиях ОПК». Работам по развитию направления ИИ в России придается большое значение на самом высоком уровне: «Технологии ИИ становятся в наше время одним из наиболее перспективных и прорывных средств создания изделий специальной военной техники, оптимизации процессов производства и эксплуатации на всех этапах жизненного цикла. Масштаб изменений в ОПК, связанный с внедрением ИИ, сопоставим с внедрением на предприятиях ЭВМ. Это существенные изменения, и они еще только начинаются».

**Проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета Алексей Боровков** сделал обзор итогов работы объединенной секции «Цифровые двойники и суперкомпьютерное моделирование на предприятиях ОПК». Он отметил, что объединение двух секций – «Цифровые двойники» и «Суперкомпьютерное моделирование» – было правильным решением, отражающим логику развития этих технологических направлений.

По завершении выступлений модераторов секций Андрей Агеев постарался подвести предварительные итоги трехдневной работы форума «ИТОПК-2020». Он отметил, что эффект тиражирования разработанных решений зачастую теряется в сфере ОПК в силу закрытого характера предприятий: «Такие площадки, как ИТОПК-2020, на которых вместе работают интеграторы, регуляторы и представители промышленности, дают нам возможность вытащить принимаемые решения на поверхность и тиражировать их, чтобы снизить издержки на время создания решений по цифровизации для всех. К сожалению, общему делу мешают различия в культуре оснащенности предприятий ОПК. И здесь работа по национальной программе цифровизации должна помочь исключить лоскутность, приблизить отстающих к уровню лидеров в каждой отрасли». На предприятиях ОПК необходимо повышать культуру ведения и реализации проектов, которая при существующих компетенциях может быть значительно выше. Докладчик также посетовал на продолжающуюся конкуренцию разработчиков программного обеспечения: «В ОПК более 600 предприятий – работы на всех хватит. Работайте коллегиально – в связке друг с другом, в рамках консорциумов, комплексных внедрений цифровых технологий в ОПК». Завершил свое краткое выступление Андрей Агеев словами благодарности в адрес руководителей Калужской области, которые оказали существенную поддержку в организации форума.

**Заместитель министра, начальник управления промышленности и предпринимательства Министерства экономического развития Калужской области Дмитрий Лисняк** отметил, что три дня форума пролетели в плодотворной работе: «Мы были очень рады принять у себя в Калуге мероприятие такого уровня и предложили со своей стороны максимум условий для его участников, чтобы каждый делегат, несмотря на ограничения, связанные с пандемией, чувствовал себя комфортно. Исходя из докладов модераторов секций видно, что на форуме была проделана большая и продуктивная работа. И я уверен, что у всех осталась масса сил и для реализации выработанных на форуме решений, которые, вне всяких сомнений, будут реализованы». Дмитрий Лисняк также особо отметил участие в работе ИТОПК предприятий области: «Мы уже чувствуем обратную связь от предприятий, которая работает в обе стороны: установлены новые контакты, активно идет обмен идеями и решениями».

**От редакции**

В заключение отметим, что настоящий обзор представляет собой лишь краткое изложение выступлений на секциях, семинарах и в ходе дискуссий, которые вместила в себя программа IX Форума «ИТ на службе оборонно-промышленного комплекса – 2020». Наши журналисты попытались зафиксировать все наиболее значимое, интересное, но, безусловно, отражающее субъективный взгляд редакции. В этом году из-за ограничений, вызванных пандемической ситуацией, далеко не все желающие смогли приехать в Калугу, чтобы в статусе делегатов мероприятия посетить секционные заседания, осмотреть выставочную экспозицию, принять участие в обсуждении проблем и задач, стоящих перед предприятиями ОПК, представить свои идеи и решения. В сложившихся условиях Издательский дом «КОННЕКТ» организовал онлайн-трансляцию мероприятий, состоявшихся в дни форума. Всем авторизованным на сайте <https://event-connect.ru/itopk> в течение месяца будет предоставлен доступ к видеоматериалам форума.