



# Форум «T-FLEX PLM 2023. От импортозамещения к технологическому лидерству»

**В Москве 24 мая прошел самый масштабный за всю историю компании «Топ Системы» Форум «T-FLEX PLM 2023. От импортозамещения к технологическому лидерству». Форум посетили более 600 представителей разных компаний и холдингов!**

Компания «Топ Системы» развивается быстрыми темпами. За последний год в активной работе было множество проектов, в которых были достигнуты большие успехи. Впервые традиционный Весенний Форум был разделен на

семь секций — в результате посетители мероприятия получили возможность выбрать интересующие их доклады, а мы смогли в полном объеме уделить внимание представлению результатов нашей работы. Пленарное заседание, сто-

явшее первым в программе мероприятия, объединило всех посетителей Форума. Зал вместил более 600 представителей российских предприятий (рис. 1).

Самый масштабный Форум открыли генеральный директор компании «Топ Системы» Сергей Кураксин и Игорь Кочан, заместитель генерального директора по развитию PLM-технологий (рис. 2). С приветственным словом выступили руководители крупнейших корпораций и холдингов, отметив достижения компании «Топ Системы» и пожелав успехов в дальнейшем сотрудничестве.

В рамках доклада «T-FLEX PLM 2023: от импортозамещения к технологическому лидерству» были представлены возможности комплекса T-FLEX PLM, а также новые разработки, выполненные за последний год (рис. 3). Комплекс построен как единая система на единой платформе T-FLEX PLM, включающей все компоненты различных вертикальных решений. Это позволяет как предлагать предприятиям готовые решения, так и предоставлять инструменты для разработки собственных систем, работающих в единой среде. Кроме того, были озвучены перспективы разработки Платформы T-FLEX PLM следующего поколения.

В рамках доклада была проведена демонстрация примера проектирования изделия в единой среде на основе комплекса T-FLEX PLM (рис. 4). На глазах посетителей Форума был получен готовый



Рис. 1. Проведение пленарного заседания



Рис. 2. Игорь Кочан и Сергей Кураксин представляют комплекс T-FLEX PLM



Рис. 3. Схема комплекса T-FLEX PLM

проект изделия, начиная со сбора требований от заказчика. При этом использовались инструменты системной инженерии — нового решения в составе комплекса, которому был посвящен отдельный доклад.

В ходе живой демонстрации была показана сквозная работа систем комплекса T-FLEX PLM:

- T-FLEX Управление требованиями;
- T-FLEX Управление проектами;
- T-FLEX Системная инженерия (новое приложение);
- T-FLEX MDM;

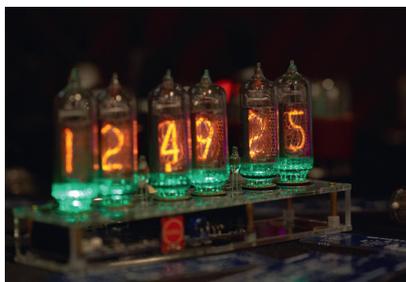


Рис. 4. Изделие, разрабатываемое в ходе презентации

- T-FLEX DOCs (управление структурой изделия, конфигурирование изделия);
- T-FLEX CAD;
- T-FLEX Технология;
- T-FLEX CAM (новое приложение);
- T-FLEX Анализ.

#### T-FLEX CAD — современные инструменты проектирования изделий различного назначения и сложности

Секция была посвящена профессиональной конструкторской системе T-FLEX CAD, объединяющей мощные параметрические возможности 2D- и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации. В ходе докладов были рассмотрены актуальные возможности системы, особенности и преимущества перспективной версии, а

также решение задач в области проектирования электротехнических изделий в T-FLEX Электротехника.

#### T-FLEX CAD — современные средства проектирования, новые инструменты системы

Об актуальных возможностях T-FLEX CAD 17 и перспективной версии системы, над которой сейчас ведется активная работа, рассказал Алексей Плотников (рис. 5).

В этом году Форум посетило большое количество специалистов, заинтересованных в системах комплекса T-FLEX PLM, но не знакомых с ними ранее. Поэтому секция была начата презентацией текущих возможностей T-FLEX CAD 17 для решения задач современного производства.

Доклад продолжился демонстрацией работы над перспективной версией T-FLEX CAD.

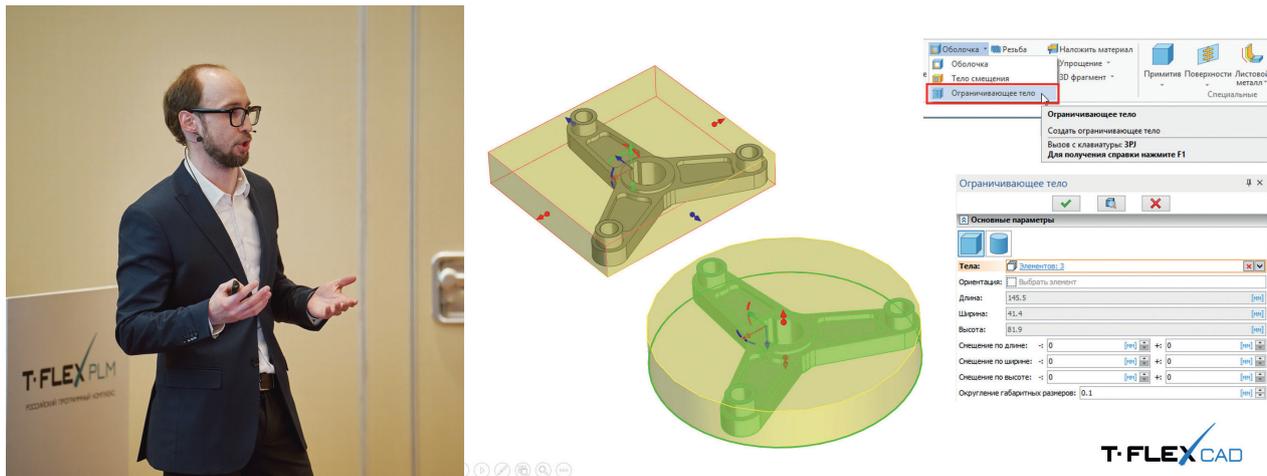


Рис. 5. Алексей Плотников представляет T-FLEX CAD, новая команда *Ограничивающее тело*

Также ведутся работы по поддержке кроссплатформенности.

Следует отметить следующие направления работы по усовершенствованию T-FLEX CAD:

- модернизация пользовательского интерфейса, обеспечивающего удобство работы на мониторах высокого разрешения;
- создание новых операций и инструментов 3D-моделирования и проектирования;
- улучшение возможностей операций прямого и поверхностного моделирования для работы со сложной геометрией и импортируемой из других САПР;
- обновление команд по работе с опорной геометрией, в том числе разработка новых команд по работе с 3D-кривыми;
- развитие инструментов измерения, позволяющих работать с еще более сложной геометрией изделия;
- реализация инструментов по работе с фасетной геометрией, включая импортированную.

Большое внимание уделено вопросам поддержки системой элементов оформления (PMI) и чертежных технологий. Благодаря этому в перспективной версии по-

явится улучшенная возможность импорта PMI-данных из других систем, что уже частично реализовано в T-FLEX CAD 17. Также проводится существенная работа над командами 3D/2D-размеров и другими элементами оформления.

Реализован специальный формат, позволяющий размещать модели в web и при этом хранящий в себе внутренние представления, структуру сборки, PMI-объекты и анимацию разборки. Данный инструмент открывает возможности создания интерактивных руководств и каталогов моделей в онлайн-формате.

На Форуме была продемонстрирована начальная реализация приложения для проектирования металлоконструкций. В приложении реализованы инструменты, позволяющие работать по особой методике с соединениями балок и других элементов металлоконструкций. Особенность этого решения заключается в возможности использования параметрических инструментов T-FLEX CAD, позволяющих наполнять библиотеки собственными типами профилей и элементов конструкции.

Развитие системы T-FLEX CAD продолжается очень активно, при этом наибольшая часть работы ведется по запросам пользователей. Такой подход помогает разрабатывать эффективный инструмент проектирования, отвечающий всем требованиям реальных современных производств.

### T-FLEX Электротехника — обзор основных инструментов и новые возможности

Следующим в секции выступил Сергей Калинин, менеджер продукта T-FLEX Электротехника, представив программный продукт T-FLEX Электротехника. Приложение входит в комплекс T-FLEX PLM и позволяет проектировать электротехнические изделия различной степени сложности, начиная от создания схем и заканчивая выпуском полного комплекта конструкторской документации на разрабатываемые изделия.

В ходе доклада слушатели ознакомились с инструментами и возможностями приложения. Особый интерес вызвала уникальная способность проводить в едином информационном пространстве разработку



Рис. 6. T-FLEX Электротехника

электрических схем, компоновку оборудования и моделирование проводки (рис. 6).

Пользователи восторженно оценили новые инструменты приложения, позволяющие существенно ускорить разработку проекта и избежать ошибок в проектировании: создание нескольких параллельных линий связи, автоматическая комплектация соединителей, работа с цепями и сигналами.

Особо стоит отметить существенное обновление библиотеки электротехнических изделий. Добавлены новые типы элементов: различные комплектующие соединителей, дополнительные компоненты кабельных изделий, пленки, термоусаживаемые трубки и многое другое.

Были озвучены планы на дальнейшее развитие системы, например, появление инструмента создания топологии жгутов без использования 3D-моделей оборудования, развитие возможностей параллельной работы схемотехников и конструкторов, иерархическое проектирование многоуровневых систем.

В настоящее время активно ведутся работы по развитию имею-

щегося функционала TFLEX Электротехника и созданию новых автоматизированных инструментов, позволяющих решить полный цикл задач проектирования в электротехнике.

### T-FLEX DOCs — ядро PLM-платформы

В секции были представлены доклады о разнообразных возможностях и инструментах T-FLEX DOCs — системы, предназначенной для комплексного управления инженерными данными предприятия, а также решения задач конструкторско-технологического

и организационно-распорядительного документооборота.

### T-FLEX DOCs — инструменты администрирования, разработка собственных информационных систем

Валерий Степаненко, ведущий системный аналитик, презентовал основные функциональные возможности платформенного решения, с помощью которых можно реализовать системы управления данными практически любой сложности (рис. 7). Важно отметить, что эти возможности доступны не только разработчикам, но и администраторам системы на предприятии.

Часть доклада была посвящена новым возможностям, которые будут доступны пользователям в ближайшей версии системы. Например, конвертер баз данных, с помощью которого возможно перевести имеющиеся на предприятиях базы данных в формат рекомендуемой PostgreSQL из форматов СУБД, заменяемых в рамках проведения мероприятий по импортозамещению.



Рис. 7. Валерий Степаненко рассказывает об инструментах администрирования



### Основные принципы внутренней организации T-FLEX MDM

#### 2. Ролевая модель

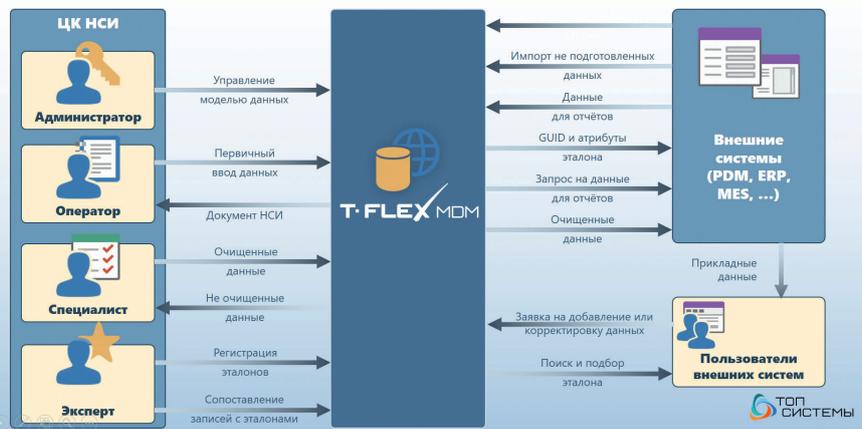


Рис. 8. Елена Малай презентует T-FLEX MDM

### T-FLEX MDM — управление корпоративной нормативно-справочной информацией

Ведущий системный аналитик Елена Малай представила доклад «T-FLEX MDM — управление корпоративной нормативно-справочной информацией», в котором было рассказано об основных организационных и технических принципах работы с нормативно-справочной информацией (рис. 8). Данные принципы закладывались при разработке как платформы T-FLEX PLM в целом, так и системы T-FLEX MDM. К таким принципам в первую очередь можно отнести единство данных. Поэтому мы всегда говорим о том, что платформа T-FLEX PLM по сути является MDM-ориентированной платформой. Однако работа с НСИ в крупных корпорациях налагает дополнительные требования как к инструментам унификации данных, так и к инструментам взаимодействия с большим количеством внешних информационных систем. Для решения этих задач был создан модуль T-FLEX MDM.

В ходе доклада были представлены задачи модуля, его структура, роли пользователей и общие принципы организации работы с внешними информационными системами. Также были озвучены направления развития модуля T-FLEX MDM на ближайшую перспективу.

### T-FLEX DOCs — инструменты конфигурирования и управления структурой изделия

Доклад, в рамках которого были освещены основные инструменты

создания объектов состава, формирования электронной структуры, различных представлений структуры, коллективной работы, управления изменениями и конфигурациями изделия, представил Алексей Асеев, ведущий системный аналитик. Особое внимание было уделено новым возможностям, таким как комплексная замена объектов, новый режим отображения справочников — «Поиск», новый механизм управления исполнениями, механизм управления предварительными извещениями и др. Были рассмот-



Рис. 9. Управление конфигурациями в T-FLEX DOCs



рены примеры использования различных инструментов конфигурирования изделия: по дате, по опциям, по применимости, по категориям объектов и правилам подбора ревизий.

В рамках примера комплексного использования представленных инструментов Алексей описал подход нисходящего проектирования с ведением классификатора изделий с поэземплярной применимостью и набором опций.

В дополнение к сказанному была проведена живая демонстрация возможностей конфигурирования изделия на выбранный экземпляр с формированием геометрии на основе механизма динамических сборок. Совместно со зрительным залом была определена новая конфигурация изделия и в режиме реального времени получен его точный геометрический облик, готовый для дальнейшего использования в любых прикладных модулях системы T-FLEX DOCs (рис. 9).

### Проектное управление на базе платформы T-FLEX PLM

В секции были представлены продукты в составе комплекса T-FLEX PLM для решения задач современных предприятий.

### T-FLEX Управление требованиями — обеспечение проектирования изделий на основе требований

Ведущий специалист внедрения информационных систем Владимир Печников представил систему T-FLEX RM, обосновав целесообразность использования систе-



Рис. 10. Разработка изделий в T-FLEX Управление требованиями

мы: «Проведенный анализ процесса разработки новых изделий выявил, что большая часть ошибок возникает на этапе определения требований, а выявляется только на этапе испытаний. Такое положение дел приводит к растягиванию сроков разработки, так как требуется повторить ранее пройденные этапы. Общая стоимость разработки также повышается — исправление ошибок на этапе испытаний обойдется в 80 раз дороже, чем при их выявлении на этапе определения требований».

Требования к сложным системам сами по себе являются сложными информационными структурами, поэтому специалистам необходима помощь со стороны информационной системы, помогающая поддерживать спецификации согласованными, актуальными и доступными. Система T-FLEX Управление требованиями построена на единой платформе T-FLEX PLM с учетом опыта реализации проектов в области авиации, а также автомобильной промышленности. Система обладает функциями, позволяющими работать с исходными документами, например с

Техническим заданием, Нормативными документами, Методиками определения соответствия, и создавать на их основе Спецификации требований, трассировать требования между собой, управлять статусами и жизненным циклом, проводить проверку требований. Общеplattformенные инструменты позволяют связывать требования с изделиями, производить проверку выполнения требований при проектировании, а также настраивать (импорт или экспорт из системы) в виде конечного документа (рис. 10).

### T-FLEX Системная инженерия (MBSE) — модельно-ориентированное проектирование архитектуры и облика будущего изделия

Новое решение в составе комплекса T-FLEX PLM представил Семён Лях, ведущий системный аналитик (рис. 11).

На конференции «Созвездие САПР 2022» было объявлено, что одним из основных направлений развития программного комплекса T-FLEX DOCs стала поддержка

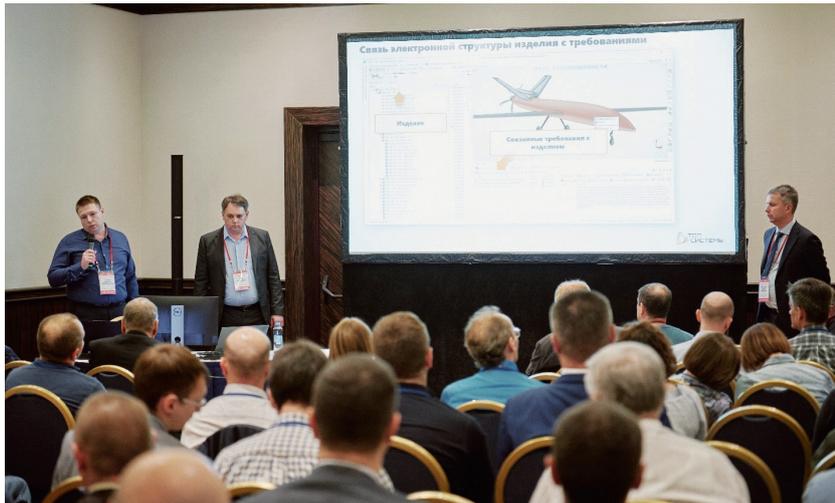


Рис. 11. Владимир Печников, Семён Лях и Денис Резниченко (слева направо) в секции «Проектное управление на базе платформы T-FLEX PLM»

модельно-ориентированной системной инженерии (MBSE) при разработке сложных изделий.

Модельно-ориентированная системная инженерия (MBSE) — это совокупность процессов, при использовании которых изделие будет разработано с учетом всех требований, с соблюдением сроков и бюджета. Согласно ГОСТ Р 57193, процессы системной инженерии разбили на четыре группы: процессы соглашения, процессы организационного обеспечения проекта, процессы технического управления и технические процессы. Последняя группа процессов — это группа, которая непосредственно относится к системной инженерии. Первые три группы процессов являются поддерживающими процессами для системного подхода к проектированию.

Для того чтобы реализовать технические процессы разработки изделия с использованием модельно-ориентированной системной инженерии, необходимо использовать язык моделирования, методологию и инструмент. Имен-

но их комбинация обеспечивает современный подход к проектированию MBSE, а также успешное и устойчивое внедрение модельно-ориентированной системной инженерии на предприятии.

При разработке T-FLEX Системная инженерия в качестве языка моделирования был выбран графический язык SysML, который позволяет создавать различные модели, описывающие разрабатываемый продукт. Специалистами компании «Топ Системы» была разработана методология, которая

описывает последовательность создания различных моделей будущего изделия на разных уровнях иерархии и на различных этапах проекта, а также поддерживает язык моделирования SysML.

### T-FLEX Управление проектами и программами — многоуровневое планирование и управление проектами с учетом ресурсных ограничений

Денис Резниченко, заместитель директора по внедрению, познаникомил с актуальными и новыми возможностями T-FLEX Управления проектами на базе платформы T-FLEX PLM. В своем докладе он рассказал о задачах организаций, которые можно решать с помощью системы «из коробки», а также о возможности осуществить настройку типовых и уникальных решений под конкретную организацию. Были обозначены особенности системы, учитывающие специфику производственных организаций, такие как работа с данными по изделию, коллективная работа над проектом, организация



Рис. 12. Работа в T-FLEX Управление проектами

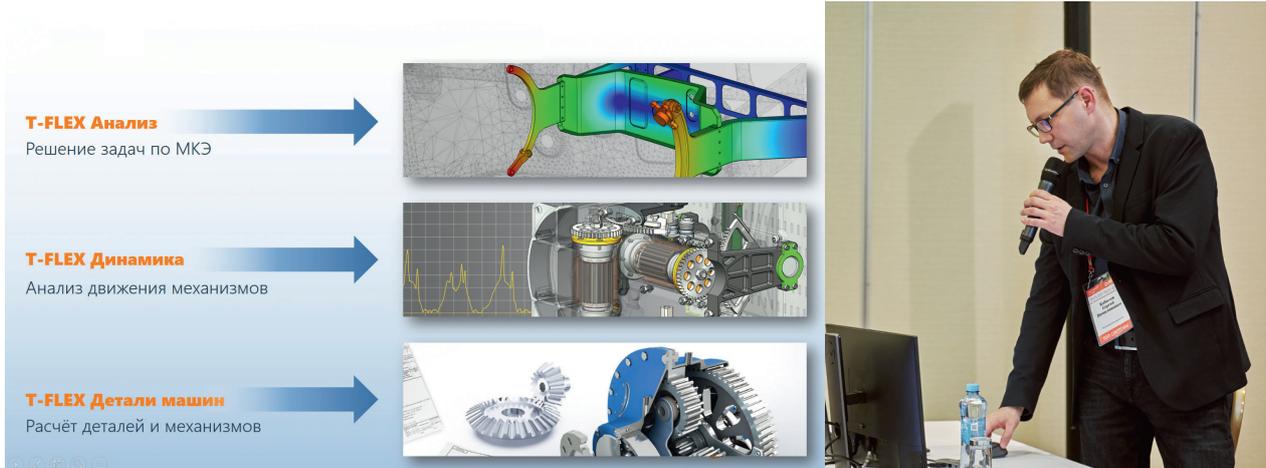


Рис. 13. Сергей Бабичев представляет расчетные приложения комплекса T-FLEX PLM

многоуровневого планирования. Денис подробно рассказал о возможностях календарно-сетевое планирования, управления ресурсами, организации многоуровневого планирования, планировании с использованием контрольных точек, а также рассмотрел возможности по формированию графиков на основе требований к изделию, структуры изделия, состава этапов и работ договора (рис. 12).

В ходе доклада посетителям были продемонстрированы примеры по управлению проектами и программами, в том числе управление финансовыми показателями программ и их компонентов. Доклад вызвал большой интерес у слушателей и завершился обсуждением задач и методов их решения в системе.

### Инструменты инженерного анализа

В рамках секции был представлен полный обзор возможностей современных инструментов инженерного анализа на платформе T-FLEX PLM и партнерских CAE-решений, а также презентация нового продукта T-FLEX Детали машин.

### T-FLEX Анализ и T-FLEX Динамика — расчетные системы инженера-конструктора

Компонент CAE-комплекса T-FLEX PLM представлен решениями T-FLEX Анализ и T-FLEX Динамика — для решения задач методом конечных элементов и анализа движения механизмов соответственно. Оба программных продукта являются приложениями T-FLEX CAD и имеют привычные для пользователя интерфейс и принципы работы с моделью; могут применяться на разных этапах жизненного цикла изделия; облегчают работу специалистов и снижают издержки для бизнеса.

На Форуме руководитель проектов Сергей Бабичев рассказал о текущих возможностях инструментов инженерного анализа и поделился планами на ближайшую перспективу (рис. 13). Важно отметить, что расчетные возможности комплекса T-FLEX PLM могут быть расширены за счет следующих партнерских разработок, которые также были продемонстрированы представителями на Форуме:

- профессиональные инструменты специалиста-расчетчика для проведения многодисциплинарного анализа — решение CADFlo от группы компаний «Т1-Интеграция»;
- специализированное решение для расчета деталей авиационной промышленности — решение ФОРМПОСТ от компании «ИТС»;
- специализированное решение для моделирования литейных процессов — решение Poligon-Soft от компании CSoft;
- решение задач динамического анализа многокомпонентных механических систем — решение EULER от компании «АвтоМеханика».

### T-FLEX Детали машин — новый продукт в комплексе T-FLEX PLM для проектирования и расчета механизмов

Новый продукт посетителям мероприятия презентовал Виктор Воронков, ведущий инженер. T-FLEX Детали машин является развитием приложения T-FLEX Зубчатые передачи 17-й версии T-FLEX CAD. Но это не просто добавление новых команд, выходящих за рамки

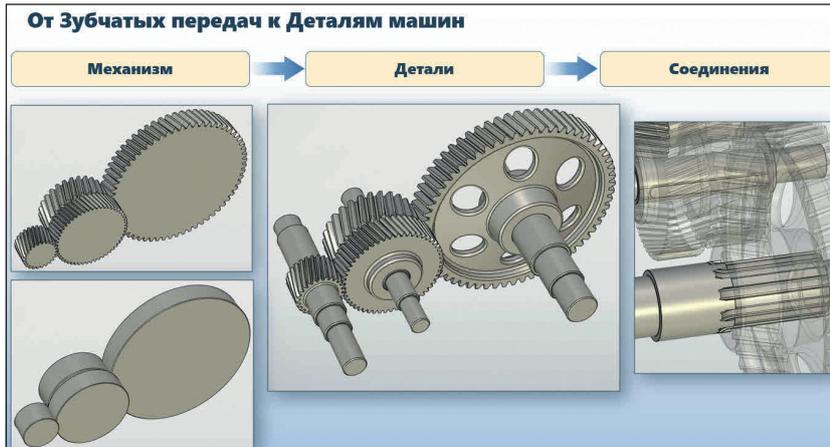


Рис. 14. От зубчатых передач к деталям машин

тематики зубчатых передач, — приложение T-FLEX Детали машин меняет саму концепцию проектирования, расширяя ее до проектирования детализированных узлов или механизмов с оценкой работоспособности по каждому компоненту (рис. 14).

Разработав при помощи команд T-FLEX Детали машин механизм, можно на основе его эскизной 3D-схемы сделать все детали и соединения. Иными словами, перейти от схемы зубчатых, цепных, ременных передач и их сочетания к точным 3D-моделям деталей машин и механизмов — валов, колес, звездочек, маховиков, соединенных при помощи шпоночных или шлицевых соединений. Таким об-

разом, приложение предназначено для проектирования следующих устройств: редукторы, коробки передач, подъемные механизмы, приводы и многие другие механизмы.

Каждая команда T-FLEX Детали машин позволяет сделать расчет прочности, расчет отклонений размеров, расчет контрольных размеров, сгенерировать 3D-модель (рис. 15). При помощи команд оформления процесс создания документации по спроектированным деталям существенно упрощается. Таким образом, используя приложение, конструктор может пройти весь путь от идеи механизма, удовлетворяющего определенным требованиям, до документации для его изготовления.

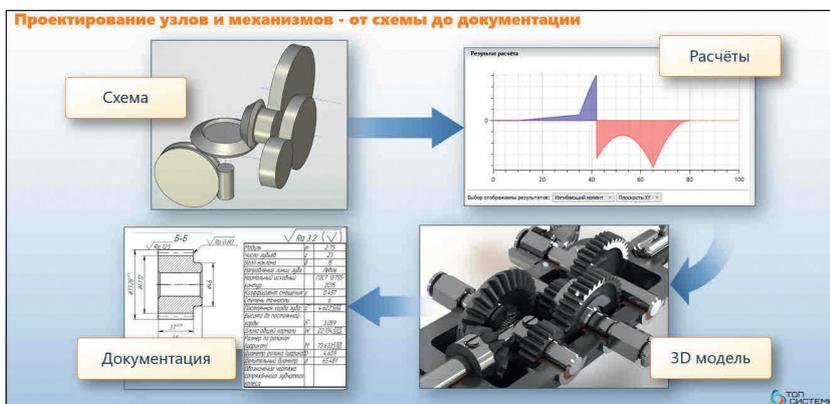


Рис. 15. Возможности T-FLEX Детали машин

Приложение T-FLEX Детали машин полностью игнорировано в T-FLEX CAD, что позволяет использовать все конкурентные преимущества системы: широкие возможности работы с 3D-моделями и сборками, параметризация, оформление документации, расчеты с помощью T-FLEX Анализ, измерения и все другие возможности T-FLEX CAD.

### Технологическая подготовка производства

Секция была выделена для представления новейших платформенных инструментов технологической подготовки производства и разработки программ для станков ЧПУ.

### T-FLEX Технология. Информационное и функциональное обеспечение технологической подготовки в PLM-среде

С докладом выступила Нина Гордеева, руководитель проектов (рис. 16). Развитие T-FLEX Технологии как основы информационной и функциональной поддержки технологической подготовки производства неразрывно связано с развитием платформы T-FLEX PLM. Наряду с уже знакомыми функциональными возможностями было продемонстрировано использование в T-FLEX Технологии обновленных возможностей платформы:

- интерактивное формирование производственно-технологической электронной структуры изделия с динамическим просмотром технологических сборок;
- автоматическое создание сборочных операций по структуре изделия;



Рис. 16. Нина Гордеева выступает с докладом по T-FLEX Технологии

- сквозное совместное конфигурирование конструкторских и технологических данных об изделии;
- управление зависимостями технологических операций — инструмент гибкого управления последовательностью выполнения операций;
- расчет технологического цикла с учетом зависимостей операций;
- формирование сетевой модели технологического процесса в виде диаграммы PERT;
- формирование цикловой диаграммы сборки изделия в виде диаграммы Ганта.

T-FLEX CAM является абсолютно инновационным решением, которое будет готово в ближайшее время конкурировать с современными аналогами как отечественного, там и иностранного программного обеспечения. В ходе презентации была подробно представлена основная концепция работы модуля в плане формирования проекта обработки для станков с ЧПУ, которая выделяется своей логической структурой в виде иерархии объектов и связей между ними, а также простым и удобным управлением всеми данными состава проекта (рис. 17).

Стоит особо подчеркнуть, что еще до официального релиза

продукта T-FLEX CAM уже сейчас способен выполнять полный цикл подготовки и разработки управляющих программ для основной линейки фрезерного и токарного оборудования с ЧПУ.

Ключевыми возможностями являются:

- объектная модель состава проекта обработки и всех исходных данных;
- древовидное представление структуры проекта;
- быстрая и удобная подготовка набора исходных данных для расчета траекторий обработки;
- гибкое управление всеми данными для группового изменения обработок;
- ассоциативная зависимость с геометрическими данными с помощью параметризации T-FLEX CAD;
- полный доступ к составу траектории обработки (CLDATA);
- широкие возможности по управлению настройками визуализации процесса симуляции обработки;
- использование двух режимов съема материала в процессе симуляции обработки;
- полный контроль над составом данных для симуляции и пост-процессирования обработки.

### T-FLEX CAM — новый продукт для автоматизации производства на станках с ЧПУ

В рамках Форума впервые был представлен новый модуль T-FLEX CAM как один из продуктов единого комплекса T-FLEX PLM. Презентацию нового продукта продемонстрировал сам руководитель проекта разработки Георгий Погребняк.

Георгий представил совершенно иной образ CAM-системы, который заметно отличается от его предшественника T-FLEX ЧПУ.

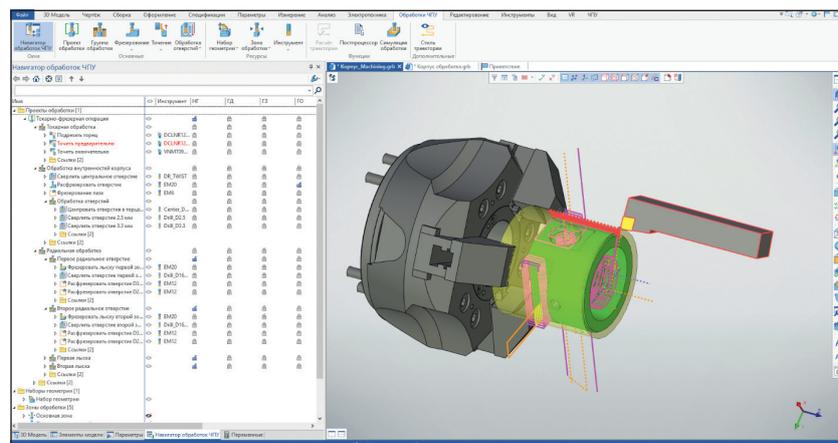


Рис. 17. T-FLEX CAM



Кроме того, также были раскрыты планы по дальнейшему развитию модуля как до конца текущего года, так и на несколько лет вперед с учетом потребностей и приоритетов наших заказчиков.

### Ядро геометрического моделирования RGK

Одна из сессий Форума была посвящена представлению долгожданного продукта компании «Топ Системы» — геометрического ядра RGK. Сессию вели директор по разработке компании Сергей Козлов



Рис. 18. Сергей Козлов и Леонид Баранов представляют геометрическое ядро RGK

и заместитель директора по развитию технологий 3D-моделирования Леонид Баранов, являющийся руководителем группы разработки геометрического ядра RGK (рис. 18).

В первой части секции Сергей Козлов рассказал об истории создания и текущем статусе геометрического ядра. В настоящее время RGK SDK готов к передаче сторонним разработчикам для пробного использования.

Вторую часть секции вел Леонид Баранов (рис. 19). Он рассказал о принципах построения модели данных геометрического ядра RGK, его архитектурных особенностях и наиболее сложных и интересных задачах, которые приходится решать разработчикам модуля. Рассказ сопровождался большим числом иллюстраций и демонстрацией сравнительных тестов.

Работа над ядром идет высокими темпами, так как компания «Топ Системы» ставит перед собой задачу в максимально короткие сроки достичь уровня существующих западных мировых лидеров в области геометрического моделирования, а возможно, и превзойти этот уровень.

Подробно о геометрическом ядре RGK будет рассказано в отдельном материале.

\*\*\*

В рамках конференции происходил непрерывный живой диалог заказчиков и специалистов компании «Топ Системы». Участники задавали актуальные и волнующие их вопросы, касающиеся работы, внедрения и



Рис. 19. Леонид Баранов представляет архитектуру ядра

использования комплекса T-FLEX PLM, а также делились своими пожеланиями по его дальнейшему развитию. Мы хотим поблагодарить всех посетителей нашего самого масштабного Форума. Спасибо, что пришли поддержать нас в такой ответственный момент. Мы продолжим работать и развивать все наши направления разработки, стремясь к технологическому лидерству! До встречи на осенней конференции «Созвездие САПР 2023»! ➡