



# Концепция T-FLEX PLM от компании «Топ Системы»



**Применение программного комплекса T-FLEX PLM в качестве платформы для построения информационной системы предприятия дает возможность получить целый ряд готовых решений: конструкторско-технологическое проектирование, организационно-распорядительный документооборот и многое другое. В статье подробно рассказывается о единой системе, позволяющей обеспечивать эффективное управление производством и высокое качество выпускаемых изделий.**

Главным направлением деятельности компании «Топ Системы», в этом году отмечающей свое 30-летие, является разработка комплекса T-FLEX PLM — полномасштабного решения в области управления жизненным циклом изделий и организации деятельности предприятий. Единая PLM-система стала результатом долгого пути эволюции, начатого с разработки

системы параметрического моделирования T-FLEX CAD и пакета интегрированных программ.

Обновленный комплекс T-FLEX PLM был выпущен в 2012 году, и более 10 лет компания «Топ Системы» посвятила его развитию и совершенствованию. Рассмотрим подробно, что представляет собой комплекс T-FLEX PLM в 2022-м (рис. 1).

Ядром комплекса является платформа T-FLEX PLM.



Платформа T-FLEX PLM — универсальный инструмент для быстрого создания собственных информационных систем, расширяющих и дополняющих программный комплекс T-FLEX PLM.

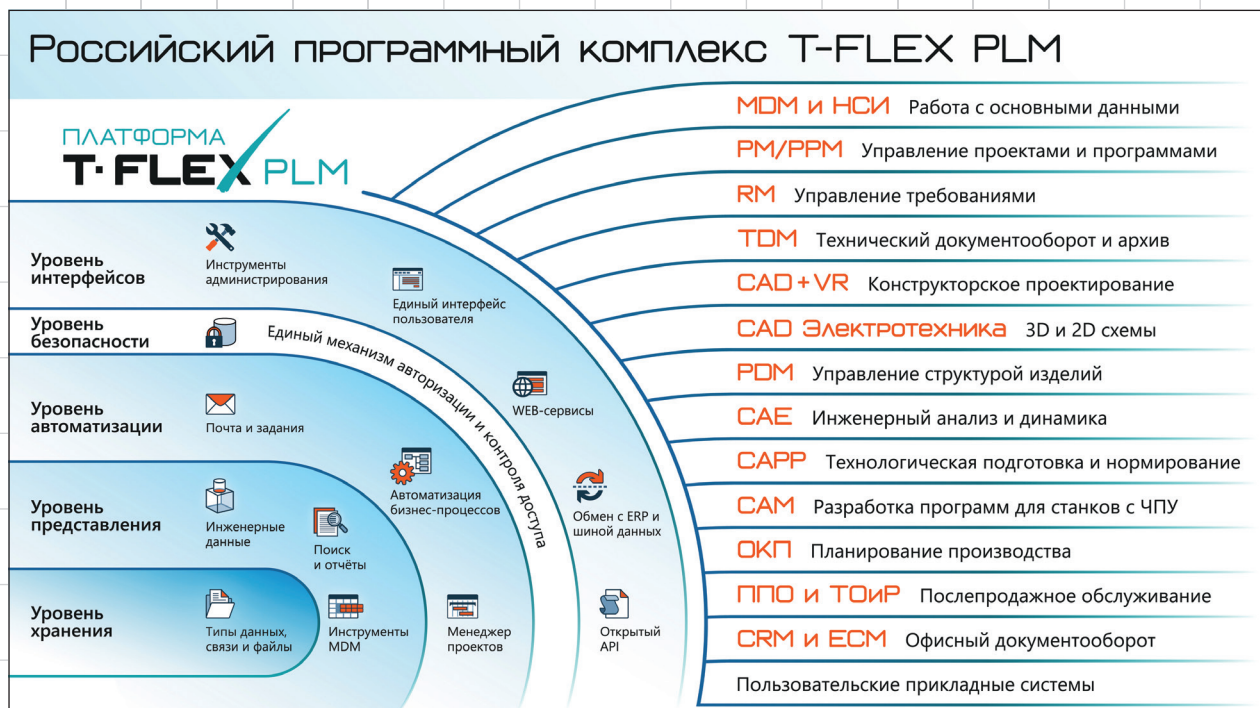


Рис. 1. Схема комплекса T-FLEX PLM

Платформа полностью открыта, на ней как без программирования, так и с привлечением программистов возможно создавать собственные информационные системы.

В модуле администрирования настраивается объектная модель данных, там же выполняется подготовка интерфейса. Этих действий практически достаточно для подготовки пользовательских информационных систем различной сложности.

Разберем более подробно возможности платформы T-FLEX PLM, которые можно представить в виде пяти уровней работы с данными.

**Уровень хранения.** На внутреннем уровне хранятся все типы данных и связи файлов для всех систем комплекса (рис. 2).

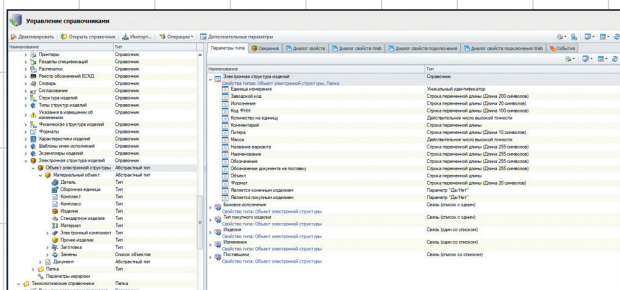


Рис. 2. Управление справочниками

**Уровень представления.** Уровень представлен объектными моделями инженерных данных, общими для всей системы поисковыми и отчетными системами, а также инструментами, позволяющими верифицировать данные, то есть инструментами по работе с MDM (рис. 3).

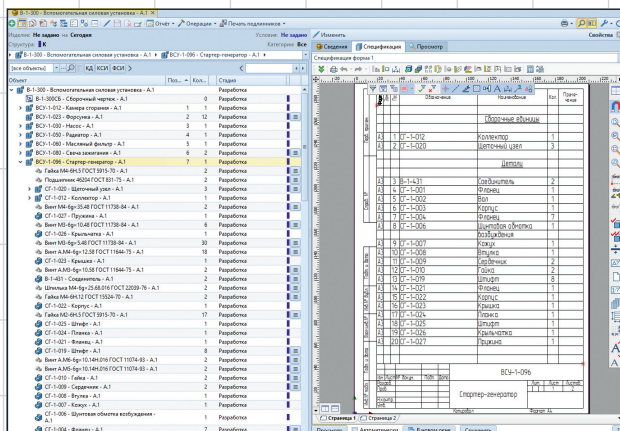


Рис. 3. Работа с инструментами MDM

**Уровень автоматизации.** При работе в конечной системе необходима коммуникация — за этот про-

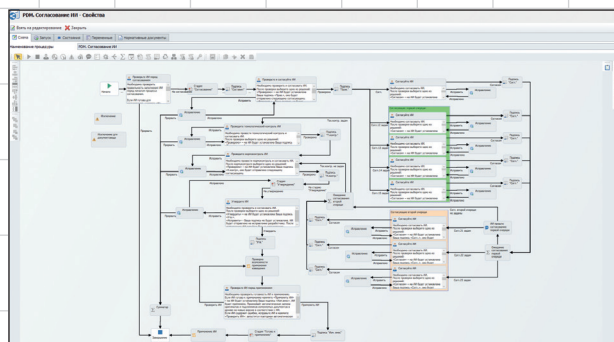


Рис. 4. Представление бизнес-процессов

цесс отвечают почтовая служба и служба выдачи заданий и поручений. В платформу встроен модуль автоматизации бизнес-процессов, позволяющий организовать сквозные бизнес-процессы между разными отделами, работающими в различных системах. Еще одной составляющей уровня автоматизации является *Менеджер проектов* — инструмент, который позволяет готовить планы проектирования конструкторской и технологической подготовки производства (рис. 4).

**Уровень безопасности.** Данный уровень обеспечивает защиту всей информации, находящейся на нижних уровнях.

**Уровень интерфейса.** Одной из главных особенностей платформы является ее полная открытость для любого взаимодействия с пользователем.

Инструменты администрирования позволяют управлять всей платформой из одного места, а для всех систем комплекса используется единый интерфейс. Эти инструменты позволяют создавать структуру предприятия и организовывать технологические процессы. При этом существует возможность настраивать интерфейс любого пользователя на определенную роль — как при помощи програм-

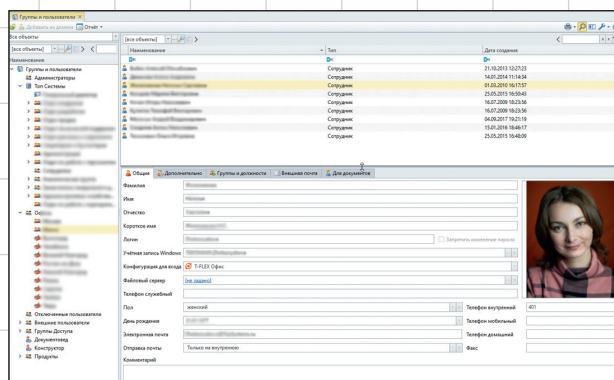


Рис. 5. Инструменты администрирования

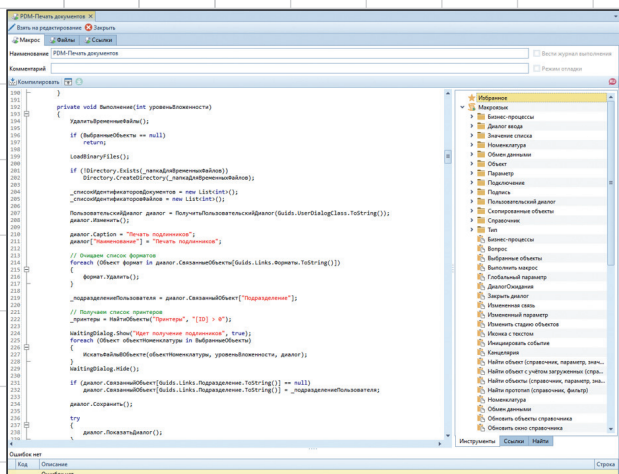


Рис. 6. Работа на открытом кроссплатформенном API мирования, так и без. Все компоненты могут быть объединены между собой: необходимые компоненты можно забрать из любой системы, совмещать их и комбинировать. Так возможно создать уникальный рабочий интерфейс для рабочего места (рис. 5).

Кроме того, этот уровень представлен веб-сервисом — стандартным инструментом для передачи и получения структурированных данных из любых информационных систем, поддерживающих этот интерфейс.

Комплекс интегрируется со всеми известными сегодня отечественными ERP-системами: «1С», «Галактика», «Парус». Таким образом, замыкается пространство PLM, а ERP позволяет получить полное российское цифровое решение. Есть примеры интеграции T-FLEX PLM с шиной данных предприятия: была осуществлена передача структурированных данных через шину предприятия между разными информационными системами.

Открытый кроссплатформенный API предоставляет все возможности программирования под ОС как Windows, так и Linux (рис. 6).

Всё вышеперечисленное актуально для всех систем комплекса. Сегодня комплекс T-FLEX PLM включает продукты и решения, о которых речь пойдет далее.

## Управление разработкой и производством, документооборот



Основой для управления разработкой изделий, производством и документооборотом является

PLM-система T-FLEX DOCs. Система T-FLEX DOCs предназначена для комплексного управления инженерными данными предприятия, а также решения задач конструкторско-технологического и организационно-распорядительного документооборота.

Одним из основных инструментов системы является инструмент контекстного проектирования. Он позволяет одновременно проработать любое количество вариантов компоновки изделия и поддерживать любые изменения: добавление, удаление и замену деталей, изменение применяемости, замену ревизий, изменение положения детали в сборке и т.п. При этом работа с измененными сборками на любых уровнях иерархии изделий не требует создания промежуточных ревизий изменяемых структур (рис. 7).

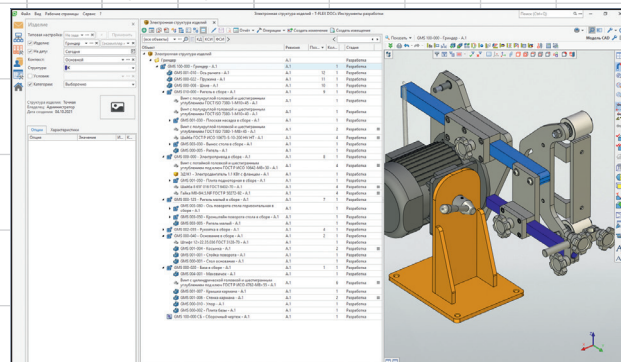


Рис. 7. Инструменты контекстного проектирования

Также одним из наиболее важных инструментов является механизм управления конфигурациями, позволяющий ввести классификаторы изделий для управления различными линейками изделий, управлять применяемостью (прямое конфигурирование ЭСИ) и управлять опциями (автоматизировать процессы конфигурирования в соответствии со свойствами изделия).



T-FLEX MDM обеспечивает единое информационное пространство предприятия на основе мастер-данных, сформированных в различных прикладных системах, а также организует работу с нормативно-справочной информацией (рис. 8).

Система позволяет верифицировать эталонные данные. Предприятия, изначально работающие на

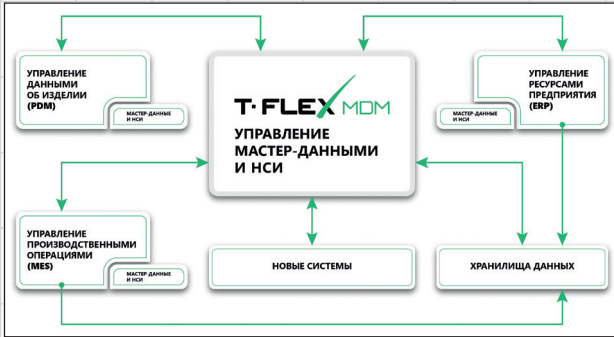


Рис. 8. Схема работы системы T-FLEX MDM

T-FLEX MDM, сразу получают верифицированные данные, поэтому им не требуется интеграция с различными информационными системами. Такой подход в настоящее время является наиболее современным (рис. 9).

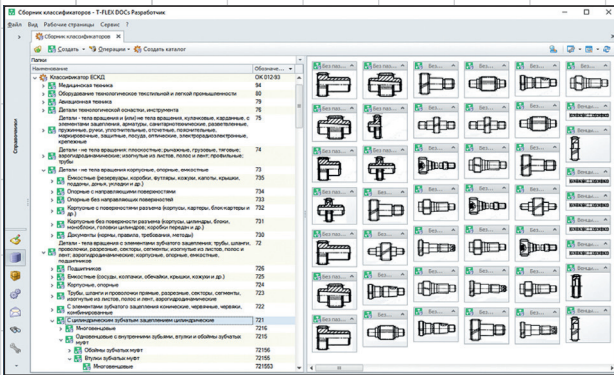


Рис. 9. Пример сборника классификатора

### T-FLEX PM

T-FLEX Управление проектами — промышленная система календарно-сетевое планирования и управления ресурсами предприятия (рис. 10).

При сотрудничестве с различными крупными структурами система управления проектами была развита и для управления программами. В настоящий

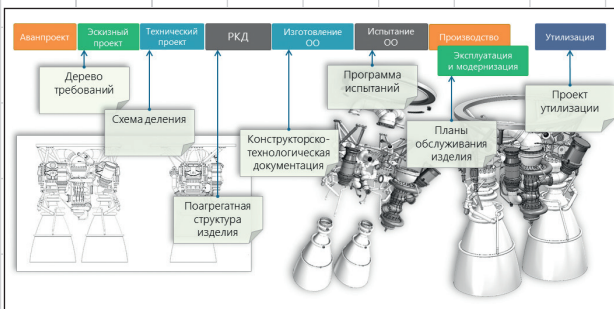


Рис. 10. Этапы жизненного цикла программы

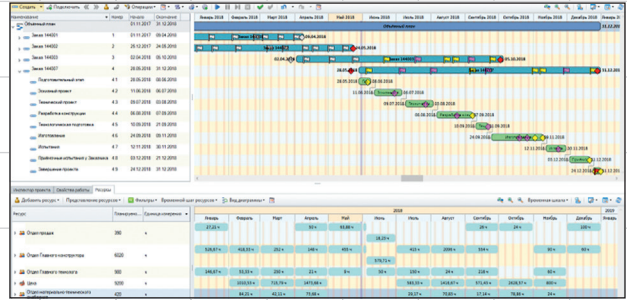


Рис. 11. Управление проектами момент — это профессиональный инструмент в едином комплексе, позволяющий планировать любые работы (рис. 11).

### T-FLEX PDM

T-FLEX PDM — система для управления инженерными данными и ведения процесса разработки изделий. Возможно управление структурами изделий, ведение номенклатуры, проведение извещений об изменениях и прочих действий, связанных с конструкторской подготовкой производства (рис. 12).

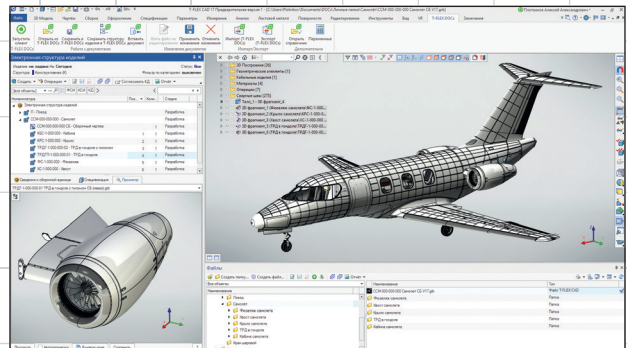


Рис. 12. Сложное изделие в T-FLEX PDM

### T-FLEX RM

T-FLEX Управление требованиями — решение корпоративного уровня для организации процессов управления требованиями и сертификации при разработке больших изделий и комплексов.

Разработки компании «Топ Системы» по системе управления требованиями первоначально велись самостоятельно, но позже к работе присоединились крупные предприятия, что позволило T-FLEX RM конкурировать с профессиональными системами управления требованиями иностранного производства (рис. 13).

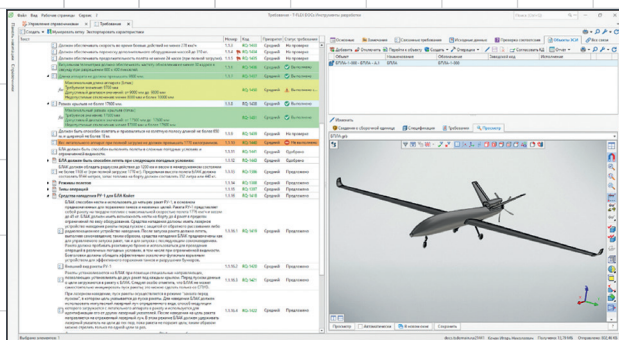


Рис. 13. Механизм работы с требованиями

T-FLEX TDM — это инструменты управления электронным архивом технической документации, включая учет подлинников, хранение оригиналов, введение изменений.

Система решает все задачи, связанные с архивом конструкторской и технологической документации. Здесь можно хранить конструкторские документы, технологические программы ЧПУ, расчеты и всё, что связано с электронным архивом предприятия.

## T-FLEX CRM

T-FLEX CRM — система управления взаимоотношениями с клиентами для работы с информацией о деловых контактах, договорах, счетах, поставках продукции и т.д.

## Конструкторская подготовка производства

Для автоматизированного проектирования компания «Топ Системы» предлагает ряд систем, которые позволяют охватить все уровни конструкторской подготовки (создание и оформление чертежей, 3D-моделей, конструкторской документации и т.п.) в различных подразделениях предприятий. В зависимости от целей проектирования при разработке изделия используют систему автоматизированного проектирования той или иной функциональности. Это позволяет рационально оснащать рабочее место инженера-конструктора.

## T-FLEX CAD

T-FLEX CAD — профессиональная конструкторская система, объединяющая в себе мощные параметрические возможности 2D- и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей

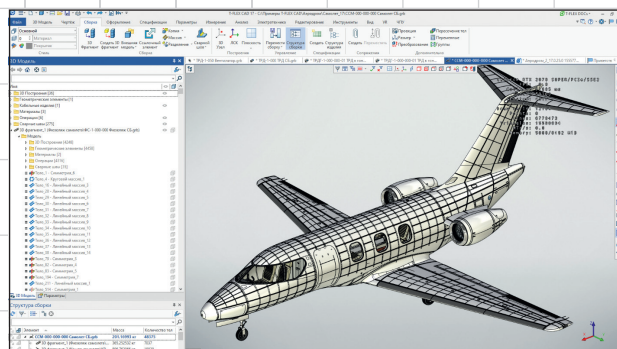


Рис. 14. Интерфейс системы T-FLEX CAD 17

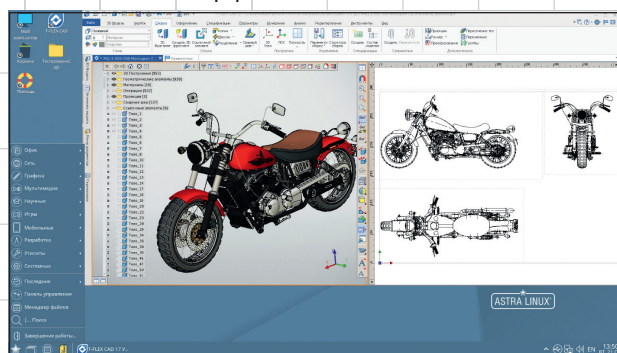


Рис. 15. T-FLEX CAD 17 на ОС Astra Linux и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами (ISO, DIN, ANSI), рис. 14.

Сегодня T-FLEX CAD является одной из приоритетных систем при замене предприятиями иностранного ПО легкого, среднего и тяжелого класса (рис. 15). Работает в средах Microsoft Windows и Astra Linux (под Wine).

Технические новшества и хорошая производительность в сочетании с удобным и понятным интерфейсом делают T-FLEX CAD универсальным и эффективным средством 2D- и 3D-проектирования изделий.

## T-FLEX CAD 2D+

T-FLEX CAD 2D+ — программа, предоставляющая возможности двумерного параметрического проектирования и оформления чертежной документации в соответствии с ЕСКД, в том числе на основе трехмерных моделей системы T-FLEX CAD и других CAD-систем.

Система может служить экономичным решением для тех, кому не требуются функции 3D-моделирования, или для тех, кто уже имеет программы 3D-моделирования.



## T-FLEX Электротехника

T-FLEX Электротехника — система, позволяющая решать полный спектр задач в области проектирования электротехнических изделий. Она обеспечивает ведение процесса проектирования электрической и механической составляющих электротехнического изделия в единой среде проектирования T-FLEX CAD. Система имеет мощные инструменты проектирования электрических 2D-схем и прокладки 3D-жгутов (рис. 16).

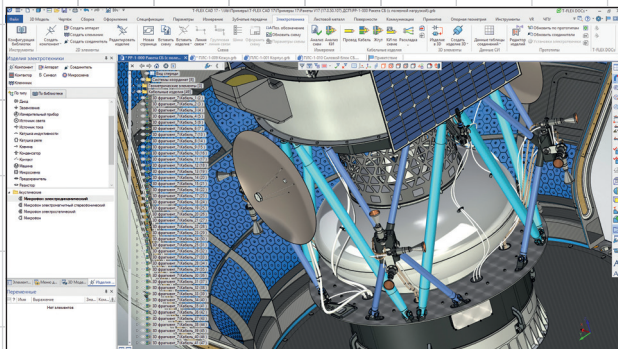


Рис. 16. Использование возможностей T-FLEX Электротехника для проектирования сложных изделий

## T-FLEX Печатные платы

T-FLEX Печатные платы — программа для проектирования печатных плат, позволяющая создавать трехмерные модели печатных плат с установленными на ней электрорадиоэлементами, то есть 3D-модель сборки электронного устройства.

Такую 3D-модель печатной платы можно вставить в 3D-модель электронного модуля, а эти модули — в 3D-модель электронного блока, который может содержать более десятка электронных модулей, и таким образом получить полную 3D-модель сложного изделия.

## T-FLEX VR

T-FLEX VR — это приложение, позволяющее работать с 3D-моделью в виртуальном пространстве.

Приложение предназначено для решения широкого спектра задач в различных отраслях промышленности. Работает без конвертации данных — достаточно надеть в среде T-FLEX CAD очки виртуальной реальности (рис. 17).

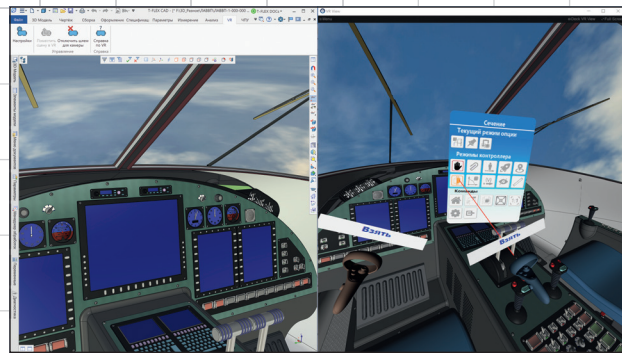


Рис. 17. Просмотр моделей T-FLEX CAD в виртуальной реальности

## T-FLEX Viewer

T-FLEX Viewer — это программа для просмотра и печати чертежей и 3D-моделей, выполненных в системе T-FLEX CAD. В программе также доступна функция создания замечаний и аннотаций, которая может использоваться для выполнения нормоконтроля или, например, для внесения исправлений в КД или 3D-модели технологами на производстве.

T-FLEX CAD обладает возможностью прямого чтения и импорта форматов различных CAD-систем: Siemens NX (Unigraphics), SOLIDWORKS, Solid Edge, Autodesk Inventor, AutoCAD, Rhino3D, Revit и др. Также возможно импортировать следующие нейтральные форматы, полученные из других CAD-систем: Parasolid, ACIS, STEP, IGES, JT, IFC, FBX, PRC, PDF, U3D, STL и др.

Лицензирование модуля T-FLEX CAD Расширенный импорт открывает дополнительную возможность прямого чтения и импорта форматов данных следующих CAD-систем: CATIA; Creo; Pro/ENGINEER; I-DEAS.

## T-FLEX Библиотеки

T-FLEX Библиотеки — вместе с САПР T-FLEX CAD бесплатно поставляется большой набор библиотек параметрических элементов по ГОСТ, включающий болты, винты, шайбы, гайки, подшипники, прокатный сортамент, трубопроводы, пружины с расчетом, библиотеки штампов, библиотеки литейных форм и пр., которые постоянно обновляются и дополняются специалистами компании «Топ Системы». T-FLEX Библиотеки включают более 5700 стандартных параметрических элементов (рис. 18).

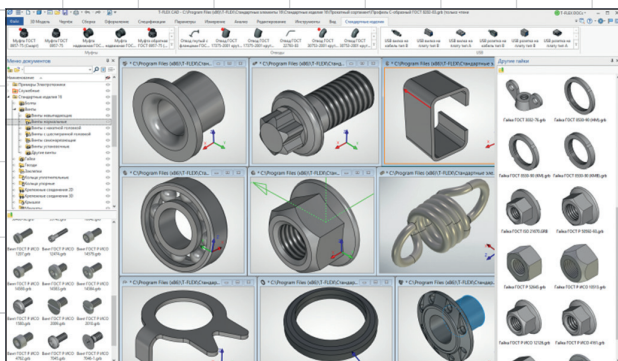


Рис. 18. Библиотека стандартных элементов

## Расчетные системы

Современные машины, летательные аппараты, промышленное оборудование и другие сложные системы состоят из большого количества разнообразных элементов (комплексов, узлов и отдельных деталей), от прочностных характеристик и взаимных перемещений которых зависит работоспособность изделия в целом. Поэтому процесс проектирования невозможно представить без соответствующих расчетов, анализа кинематики и динамики нагруженных деталей и сборочных единиц.

Компания «Топ Системы» предлагает следующие профессиональные системы, используемые для различных расчетов и анализа изделий.

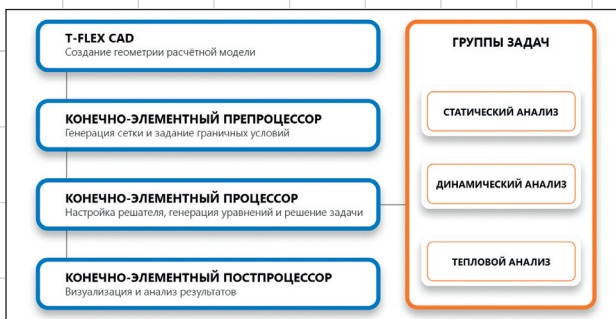


Рис. 19. Возможности T-FLEX Анализ

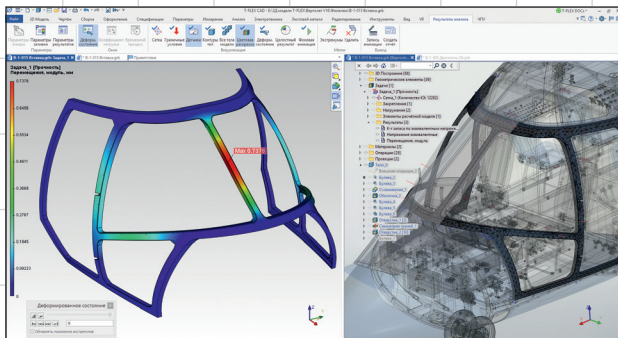


Рис. 20. Анализ изделий в системе

## T-FLEX Анализ

T-FLEX Анализ — набор специализированных инструментов для выполнения конечно-элементного анализа, позволяющий осуществлять математическое моделирование распространенных физических явлений (рис. 19 и 20).

## T-FLEX Динамика

T-FLEX Динамика — приложение, предназначенное для качественного и количественного анализа кинематики и динамики механизмов, которое позволяет проводить динамические расчеты и анализ пространственных механических систем (рис. 21).

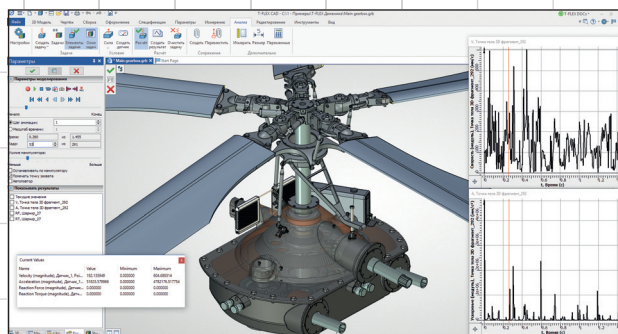


Рис. 21. Процесс работы в T-FLEX Динамика

## T-FLEX Зубчатые передачи

T-FLEX Зубчатые передачи — встроенное в T-FLEX CAD приложение, предназначенное для проектирования, расчета и анализа зубчатых шестерней, зубчатых зацеплений или готовых механизмов. Приложение не только позволяет создавать 3D-модели и чертежи на их основе (в том числе в соответствии с ЕСКД), но и проводить расчеты (рис. 22).

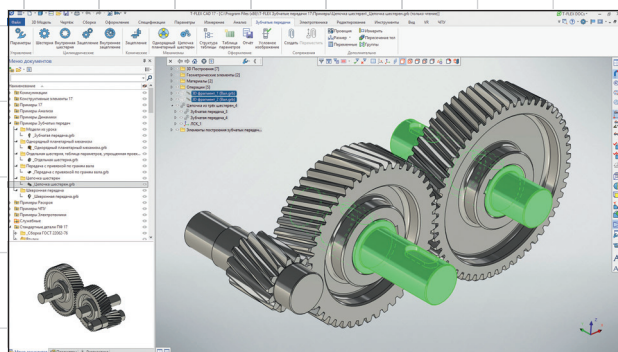


Рис. 22. Цепочка шестерен, построенная инструментами T-FLEX Зубчатые передачи

## T-FLEX Пружины

T-FLEX Пружины — это набор библиотечных файлов для T-FLEX CAD, интегрированных в библиотеку стандартных изделий, с возможностью выполнения расчетов. Библиотека позволяет создавать и рассчитывать как 3D-модели, так и 2D-чертежи пружин с оформлением в соответствии с ЕСКД. 2D-чертежи могут представлять собой 2D-фрагменты без размеров для использования в 2D-сборках или готовые оформленные чертежи по ЕСКД с размерами и рассчитанный диаграммой (рис. 23).

Функционал расчетных систем включает также возможности расчета адаптивного болтового соединения, реализованного на основе базовой параметрической библиотеки T-FLEX CAD (рис. 24).

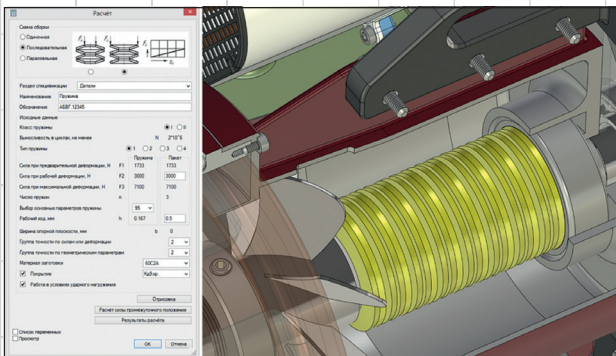


Рис. 23. Пример библиотечного элемента в T-FLEX Пружины

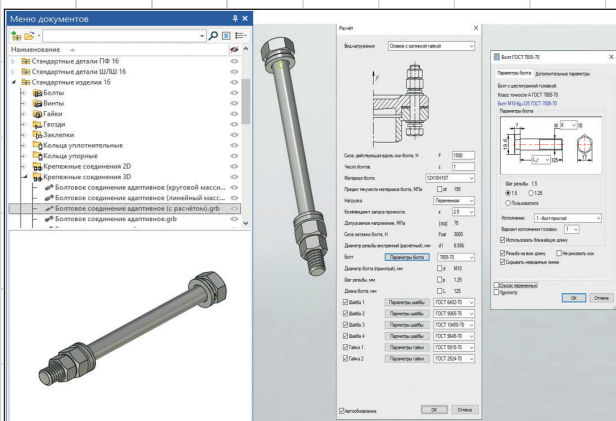


Рис. 24. Расчет болтового соединения

## Технологическая подготовка производства

Для автоматизации технологической подготовки производства компания «Топ Системы» предлагает следующие программы.

## T-FLEX Технология

T-FLEX Технология и Нормирование предназначены для комплексной автоматизации технологической подготовки производства изделий. Разработка системы велась более 25 лет. За это время она стала мощным инструментом в руках технолога, позволяющим решить все задачи технологической подготовки производства (рис. 25).

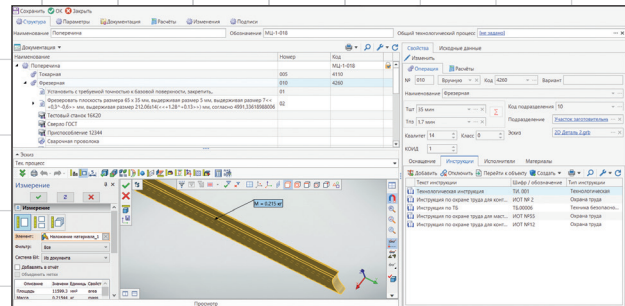


Рис. 25. Интерфейс системы T-FLEX Технология

## T-FLEX ОКП

T-FLEX ОКП — система объемного и детального календарного планирования производства.

## T-FLEX ТОиР

T-FLEX ТОиР — система предназначена для информационного сопровождения процессов обслуживания изделий и оборудования, используемого на предприятии.

## Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ

## T-FLEX Раскрой

Программа T-FLEX Раскрой является приложением к системе проектирования T-FLEX CAD и предназначена для автоматизации раскроя листовых материалов для различных видов резки. Программа точно и быстро рассчитывает схему раскроя деталей таким образом, чтобы отходы раскраиваемого материала были минимальны. Схемы раскроя могут быть оформлены в виде чертежей T-FLEX CAD и использованы для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (рис. 26).



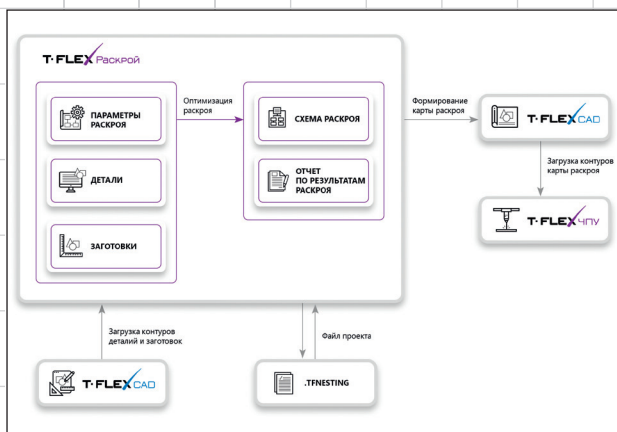


Рис. 26. Возможности T-FLEX Раскрой

## T-FLEX ЧПУ

T-FLEX ЧПУ — система для создания управляющих программ для станков с ЧПУ, поддерживающая 2D-, 2.5D-, 3D-, 4D-, 5D-обработку.

Важной особенностью системы является сквозная параметризация: при изменении исходных данных, полученных на этапе конструирования (чертежа или 3D-модели), происходит автоматическое изменение рассчитанной траектории обработки и полученной по данной траектории управляющей программы. Таким образом, обеспечивается параллельность конструкторско-технологической подготовки производства.

T-FLEX ЧПУ представлен следующими модулями:

- **T-FLEX ЧПУ 2D** — это интегрированный с T-FLEX CAD модуль, который позволяет технологу-программисту создавать траектории обработки, опираясь на двумерную геометрию (штриховки или 2D-пути). Траектория поддерживает линейную и круговую интерполяцию с заданной точностью;
- **T-FLEX ЧПУ 3D** — это интегрированный с T-FLEX CAD модуль, который позволяет технологу-программисту создавать траектории обработки, опираясь на трехмерную геометрию (тела, грани, ребра, 3D-пути, ЛСК — локальные системы координат).

## Платформенное решение T-FLEX PLM

В чем же основная особенность комплекса?

Это современное решение, позволяющее смотреть на процесс разработки изделия по-новому. Системная инженерия на основе модели изделия — это тот

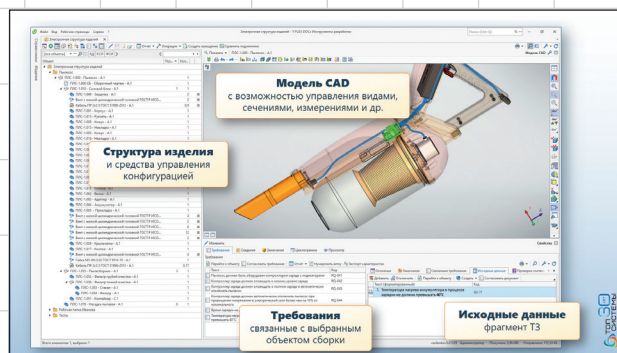


Рис. 27. Единая модель изделия на базе комплекса T-FLEX PLM

подход, который поддерживается в комплексе всё большим количеством компонентов. В T-FLEX PLM понятие «Изделие» подразумевает под собой структуру изделия, функциональную модель, архитектуру изделия, управление требованиями и прочие данные, необходимые для предприятия.

На рис. 27 применено сразу несколько систем, работающих в одном окне. Такое доступно при работе с единой совокупностью данных, когда между данными есть связи внутри модели данных. Это позволяет описывать изделие полностью, а не передавать и конвертировать данные из одной системы в другую.

В 2022 году в особенности можно выделить следующие технологии программного комплекса T-FLEX PLM:

- поддержка разных СУБД с возможностью автоматического конвертирования базы между серверами PostgresPro (импортонезависимая БД);
- работа сервера T-FLEX PLM полностью переведена на Linux и используется заказчиками;
- платформа T-FLEX PLM имеет полностью кросс-платформенное API, использующее технологию .NET Core.

T-FLEX CAD читает модели большинства иностранных САПР, структуру изделия в T-FLEX DOCs можно вести, работая и в иностранной CAD-системе — сегодня для этого доработаны все инструменты. T-FLEX DOCs умеет вести состав изделия, отслеживать изменения в нем, всеми платформенными инструментами поддерживается вся информация из сборочных моделей (структуры, материалы и т.д.).

В результате компания «Топ Системы» готова заявить: комплекс T-FLEX PLM готов к замещению иностранного ПО! ➤