Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств

Дисциплина: «САПР радиоэлектронных средств»

# ТЕМА 2: «Современные САПР радиоэлектронных средств»

## Лекция № 2

## Занятие №2 «Виды САПР»

Доцент кафедры, к.п.н.,
Мордовин В.Н.

2018 г.

СПб ГУТ)))

# Учебные вопросы

1. Задачи и виды САПР.

1.1. Основные цели и методы автоматизации проектирования.

1.2. Классификация САПР.

1.3. Виды обеспечения САПР.

2. 2D CAD «Электронный кульман».

3. 3D CAD.

# 1. Задачи и виды САПР

- ***САПР — это организационно-техническая система, состоящая из совокупности комплекса средств автоматизации (КСА) проектирования и коллектива специалистов*** подразделений проектной организации, выполняющая автоматизированное проектирование объекта, которое является результатом деятельности проектной организации.
- ***САПР — это не средство автоматизации, а система деятельности людей по проектированию объектов.***
- Автоматизация проектирования как научно-техническая дисциплина отличается от обычного использования ЭВМ в процессах проектирования тем, что ***в ней рассматриваются вопросы построения системы***, а не совокупность отдельных задач.

# Схема функционирования САПР

**Задание на проектирование** → **КСА и проектировщики** → **Проект**

***Проектировщики относятся к САПР***, т. к. САПР — это система *автоматизированного*, а *не автоматического* проектирования. Часть операций проектирования может и всегда будет выполняться человеком.

В более ***совершенных системах*** доля работ, выполняемых человеком, будет ***меньше***, но ***содержание*** этих работ будет ***более творческим***, а ***роль*** человека в большинстве случаев — ***более ответственной***.

***Цель САПР*** – проектирование, т.е., — это процесс переработки информации, приводящий, к получению полного представления о проектируемом объекте и способах его изготовления.

# Цели САПР

Цели компьютеризации инженерной деятельности следует разбить на две группы: ***основные и вспомогательные***.

***Основные цели*** связаны с *сокращением трудоемкости* проектирования и планирования, а также их *себестоимости*, *длительности* цикла «проектирование - изготовление» *затрат* на натурное моделирование проектируемых объектов.

# Основные цели и методы автоматизации проектирования

1. **Сокращение трудоемкости проектирования:**
   - автоматизация оформления документации;
   - информационная поддержка принятия решений;
   - автоматизация принятия решений;
   - *совмещенное (параллельное) проектирование.*

**2. Сокращение цикла «проектирование - изготовление»:**
   - *совмещенное (параллельное) проектирование;*
   - виртуальное проектное бюро.

3**. Сокращение себестоимости проектирования:**
   - переиспользование решений, данных и наработок;
   - *унификация проектных решений.*

**4. Улучшение качества проектирования:**
   - *унификация проектных решений;*
   - стратегическое проектирование;
   - *вариативное проектирование и оптимизация.*

**5. Сокращение затрат на натурное моделирование и испытания:**
   - *вариативное проектирование и оптимизация;*
   - математическое моделирование.

**Трудоемкость** измеряется чистым временем, традиционно в человеко-часах, затрачиваемым на разработку и корректировку технической документации, без учета ожиданий по организационно-техническим причинам.

- Для ***сокращения трудоемкости*** необходимо располагать средствами автоматизации, оформления графической и текстовой документации, средствами информационной поддержки и автоматизации принятия решений.

***Длительность цикла*** измеряется календарным временем от получения задания до его завершения с учетом всех ожиданий по организационно-техническим причинам. ***Сокращение*** длительности цикла обеспечивается с помощью средств совмещенного проектирования и виртуальных бюро.

- ***Виртуальное бюро*** представляет собой организационно-техническую структуру, способную обеспечивать совместную работу бригады специалистов, разнесенных географически и во времени, чье объединение может носить временный характер.
- Виртуальное бюро может быть распределено в нескольких местах, которые могут находиться в различных странах и даже континентах и включать участников из разных временных поясов.

***Сокращение себестоимости проектирования*** достигается за счет использования ранее созданных и унифицированных проектных и конструкторских решений, которые могут быть собраны в библиотеки и базы знаний. Таким же образом обеспечивается создание вариантов и модификаций изделий.

***Улучшение качества результатов проектирования*** достигается использованием автоматизированного поискового и многовариантного проектирования, применением математических методов оптимизации параметров и структуры объектов и процессов. Наиболее современным методом оптимизации является применение ***генетических алгоритмов,*** позволяющих проводить как структурную, так и параметрическую оптимизацию изделий при произвольном виде критериальной функции.

***Унификация проектных решений*** выполняется за счет адаптированных к условиям каждого предприятия баз данных и знаний.

***Стратегическое проектирование*** - это метод создания и ведения долгосрочных проектных программ, начинающихся с разработки базового изделия, которое затем подвергается постепенным модификациям и усовершенствованиям с целью удовлетворения текущих и учета будущих требований пользователей в течение длительного периода времени.

*Сущность заключается* в постоянном отборе и оценке концепций с целью поиска решений, обеспечивающих наилучшее удовлетворение краткосрочных и долгосрочных требований потребителей.

*Основная цель* - обойти коммерческие и (или) технологические тупики в процессе быстрых изменений условий и технологий на рынке.

К ***затратам на натурное моделирование*** относят затраты на проектирование и изготовление макетных образцов изделий и их узлов, их испытания на стендах и т. д. Сокращение этих затрат может быть достигнуто за счет его полной или частичной замены математическим моделированием.

# Вспомогательные цели и методы автоматизации проектирования

**Сокращение трудоемкости:**

- разработки;
- адаптации к условиям эксплуатации;
- сопровождения.

Использование мобильной инструменталь ной среды.

Использование БД и знаний, ориентированных на пользователя.

Модульность, открытость и модернизируемость БД и знаний.

# 1.2. Классификация САПР

**Инженерная деятельность (**ИД) может быть подразделена на несколько последовательных этапов: ***проектирование, конструирование, подготовка и организация*** производства.

***Средства автоматизации*** ИД имеют классификацию, подразделяющую их ***по целевому назначению***:

- ***средства проектирования CAD*** ( Computer Aided Design);
- ***средства инженерного анализа CAE (***Computer Aided Engineering);
- ***средства подготовки автоматизированного производства CAM*** (Computer Aided Manufacturing);
- ***средства планирования технологических процессов CAPP*** (Computer Aided Process Planning);
- ***средства управления документооборотом PDM*** (Product Document Management);
- ***геоинформационные системы GIS (***GeoinformaticsSystems).

# Средства CAD-решений выделяют по *отраслевому назначению*:

- машиностроительные CAD - MCAD (Mechanical Computer Aided Design);
- САПР электронных устройств, EDA (Electronic Design Automation);
- архитектурно-строительные САПР, AEC (Architecture Engineering and Construction).

# Продукты CAE делятся на системы:

- прочностных расчетов (в основном средствами МКЭ - метода конечных элементов);
- тепловых расчетов;
- вычислительной гидроаэродинамики (CFD, Computational Fluid Dynamics);
- кинематического анализа;
- механической симуляции (MES, Mechanical Event Simulation);
- симуляции процессов литья и обработки давлением;
- электромагнитных и электродинамических расчетов;
- оптимизирующие.

# САПР также классифицируют по признакам:

***1) разновидности и сложности объектов проектирования:***

- а) САПР низкосложных объектов (количество составных частей - до 100);
- б) САПР среднесложных объектов (100-10 000);
- в) САПР высокосложных объектов (выше 10 000);

***2) уровню автоматизации:***

- а) низкоавтоматизированные (до 25% проектных процедур автоматизировано);
- б) среднеавтоматизированные (25-50%);
- в) высокоавтоматизированные (50-75%);

***3) уровню комплексности:***

- а) одноэтапные (один этап проектирования);
- б) многоэтапные (несколько этапов);
- в) комплексные (весь процесс создания изделия);

***4) характеру и числу выпускаемых проектом документов:***

- а) САПР низкой производительности (100-10 000 проектных документов в пересчете на формат А4 за год);
- б) САПР средней производительности (10 000-100 000);
- в) САПР высокой производительности (100 000 и выше).

САПР также принято группировать по так называемым обеспечениям.

# 1.3. Виды обеспечения САПР

**Обеспечение САПР** включает в себя:

- *теорию процессов*, происходящих в схемах и конструкциях;
- *методы анализа и синтеза* конструкций, систем и их составных частей, их *математические модели*;
- *математические методы и алгоритмы* численного решения систем уравнений, описывающих конструкции.

Указанные компоненты составляют ***ядро САПР***.

В ***обеспечение САПР*** входят также алгоритмические специальные ***языки программирования***, терминология, нормативы, стандарты и другие данные. Разработка ***комплекса обеспечения САПР*** требует специальных знаний в областях применения САПР. Следовательно, разработка ***обеспечения САПР*** - прерогатива специалистов в предметной области.

# Блоки обеспечения САПР

1. ***Математическое обеспечение (МО)*** - совокупность математических методов, моделей и алгоритмов проектирования, представленных в заданной форме.

МО любых САПР по назначению и способам реализации делится на ***две части:***

- ***математические методы*** и построенные на их основе математические модели, описывающие объекты проектирования или их части или вычисляющие необходимые свойства и параметры объектов;
- ***формализованное описание технологии*** автоматизированного проектирования.

***2. Техническое обеспечение (ТО)*** - совокупность связанных и взаимодействующих технических средств, обеспечивающих работу САПР.

Техническое обеспечение САПР ***включает*** устройства вычислений и организационной техники, средства передачи данных, измерительную технику, устройства подготовки данных и организации архивов.

В настоящее время большинство практически действующих САПР строятся на базе локальных вычислительных сетей.

***3. Программное обеспечение (ПО)*** - совокупность машинных программ, необходимых для осуществления процесса проектирования, включающее системное и прикладное ПО.

В программном обеспечении САПР ***выделяют***:

- ***общесистемное программное обеспечение*** (базовая операционная система + мониторные системы САПР);
- ***пакеты прикладных программ*** (комплексы программных средств, ориентированных на решение задач в определенной области);
- ***системы программирования*** (совокупность средств написания текстов, трансляции и отладки программ пользователя).

***4. Информационное обеспечение (ИО)*** - совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования. Включает СУБД, саму БД и базу знаний.

К ИО предъявляются следующие требования:

- адекватность информации состоянию предметной области;
- массовость использования (коллективный доступ);
- быстродействие (время реакции на запрос);
- производительность (количество запросов, выполняемых в единицу времени);
- возможность расширения;
- надежность и защита информации.

5. ***Лингвистическое обеспечение (ЛО)*** - совокупность языков проектирования, включая термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания текстов.

В свою очередь, лингвистическое обеспечение САПР ***подразделятся на языки программирования, проектирования и управления***.

6. ***Методическое обеспечение (МТО, или МетО)*** - совокупность документов, устанавливающих состав, правила отбора и эксплуатации средств обеспечения системы.

7. ***Организационное обеспечение (ОО)*** - совокупность документов, определяющих состав проектной организации, связь между подразделениями, а также форму представления результатов проектирования и порядок рассмотрения проектных документов.

Полноценное функционирование САПР возможно только при наличии и взаимодействии всех перечисленных обеспечений. Для пользователей ТО и ПО выступают как единое целое, образуя инструмент проектирования, поэтому говорят, что в САПР можно выделить ***программно-методический комплекс*** – совокупность ПО и МетО - ***и программно-технический комплекс*** - совокупность ПО и ТО.

# 2. 2D CAD «Электронный кульман»

***2D-программы, обеспечивают создание традиционных чертежей в электронном виде.***

Наиболее типичным представителем семейства чертежных редакторов является AutoCAD, который, несмотря на появившиеся позднее 3D-возможности, часто используется именно как «электронный кульман», облегченная версия AutoCAD LT целевым образом предназначена только для 2D-черчения.

*Создание традиционных чертежей в электронном виде обеспечивает и программный комплекс*

***T-FLEX CAD.***

# Функциональность 2D-системы

## Чертежные инструменты

- инструменты построения *типовых геометрических элементов*: линий, дуг, окружностей, эллипсов, сплайновых кривых;
- автоматизированы построения *прямоугольников, многоугольников, заливка* области различными типами штриховок;
- *объектные привязки* - автоматическое определение координат базовых точек построения по уже существующим в чертеже объектам: концу или середине отрезка, ближайшей точке на контуре, центру дуги или окружности и т. д.;
- *специализированные инструменты* обеспечивают создание текстовых элементов, выносок и аннотаций;
- *автоматизированная простановка размеров* обеспечивает быстрое образмеривание чертежей в соответствии с национальными и отраслевыми стандартами.

# Иерархия объектов

Иерархия объектов в 2D CAD основана на ***парадигме слоев*** (layers).

Внутри слоя объекты можно собирать в ***группы*** (groups), ведущие себя при базовом редактировании (перемещения, повороты, масштабирование) как единый цельный объект.

***Блоки*** (blocks), представляющие собой отдельный чертеж, загруженный в отдельную область памяти, а их вставки (inserts) в основной чертеж представляют собой лишь ссылки на блоки.

# Наборы специализированных модулей

Ускоряют выполнение типовых чертежных операций: построение стен, трубопроводов, крепежных элементов и т. д.

- AutoCAD Architecture для архитектурно-строительного проектирования.
- AutoCAD Civil 3D - для проектирования инфраструктуры. AutoCAD Electrical для работы с электротехническими проектами.
- AutoCAD Map 3D для создания и управления картографическими данными.
- AutoCAD Mechanical для выполнения машиностроительных чертежей.
- AutoCAD MEP для проектирования инженерных систем зданий, AutoCAD Raster Design для обработки ранее наработанной бумажной документации.

# 3. 3D CAD

Следом за SolidWorks появились и другие продукты для ПК - Autodesk Inventor, SolidEdge, отечественные КОМПАС 3D, T-FLEX CAD.

Практически все современные 3D MCAD состоят из трех основных модулей:

- редактора геометрии деталей;
- редактора сборок;
- ассоциативного генератора чертежей и спецификаций.

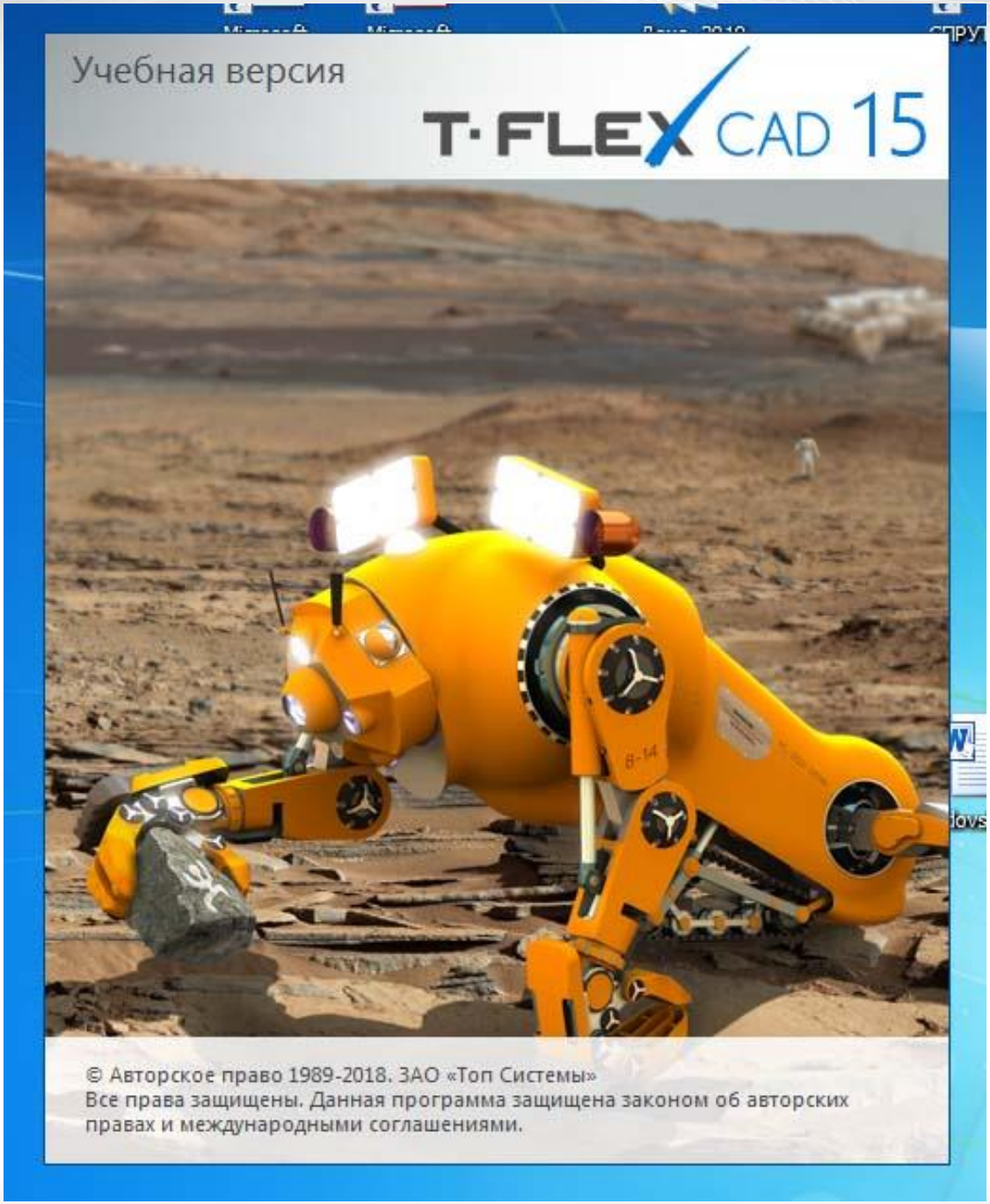
# Система параметрического автоматизированного проектирования и черчения T-FLEX CAD

В системе T-FLEX CAD возможны два режима проектирования - ***параметрическое и непараметрическое*** (жесткоразмерное).

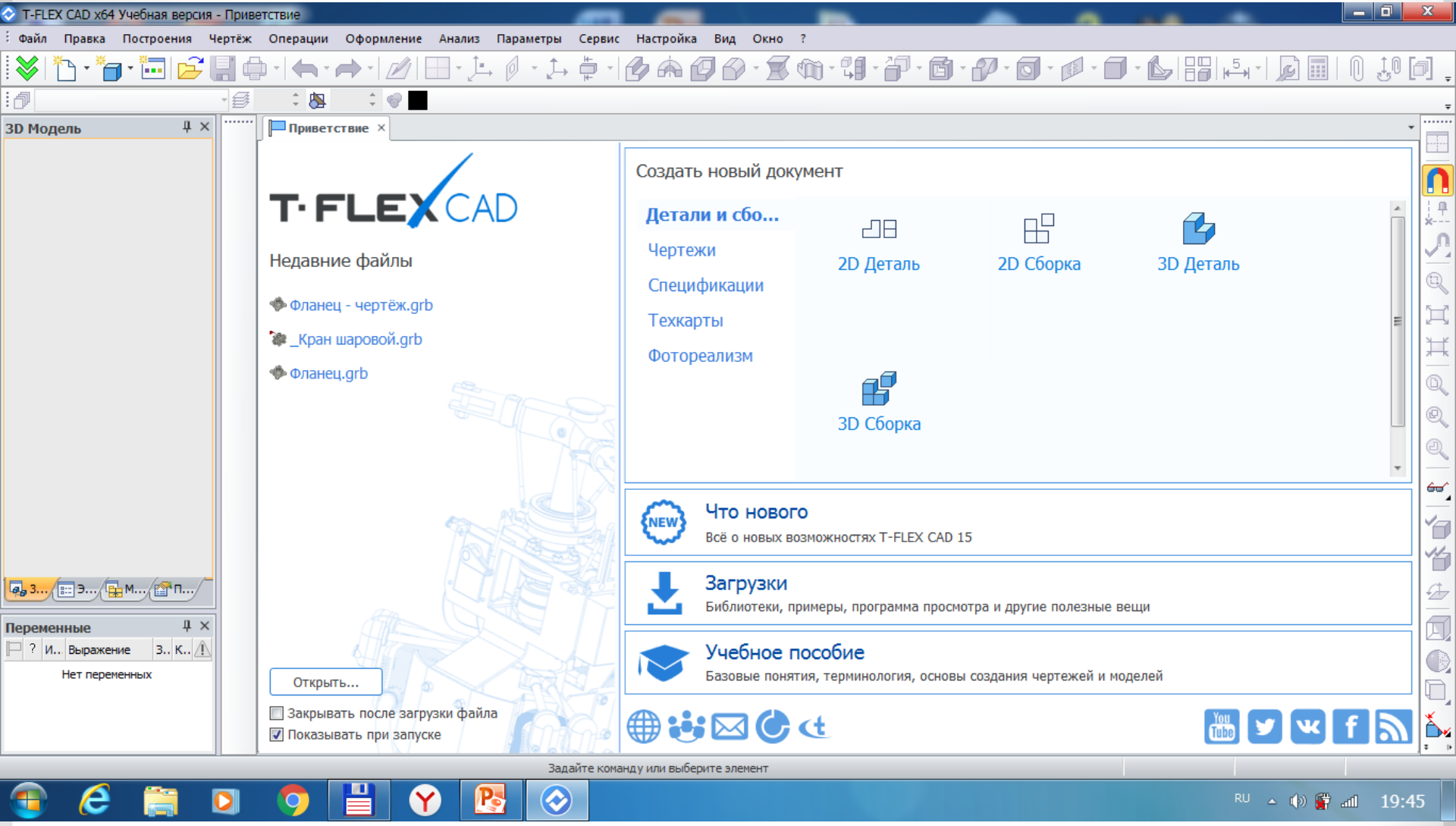
***Параметрическое проектирование*** - возможность назначения геометрических параметров чертежа через переменные и изменения этих параметров, что приводит к адекватным изменениям в чертеже.

Изменение параметров чертежа автоматически приводит к изменению соответствующих элементов оформления. Чертежи могут создаваться в соответствии с требованиями ЕСКД или международных стандартов. T-FLEX CAD позволяет мгновенно перевести готовый чертеж из одного стандарта в другой.

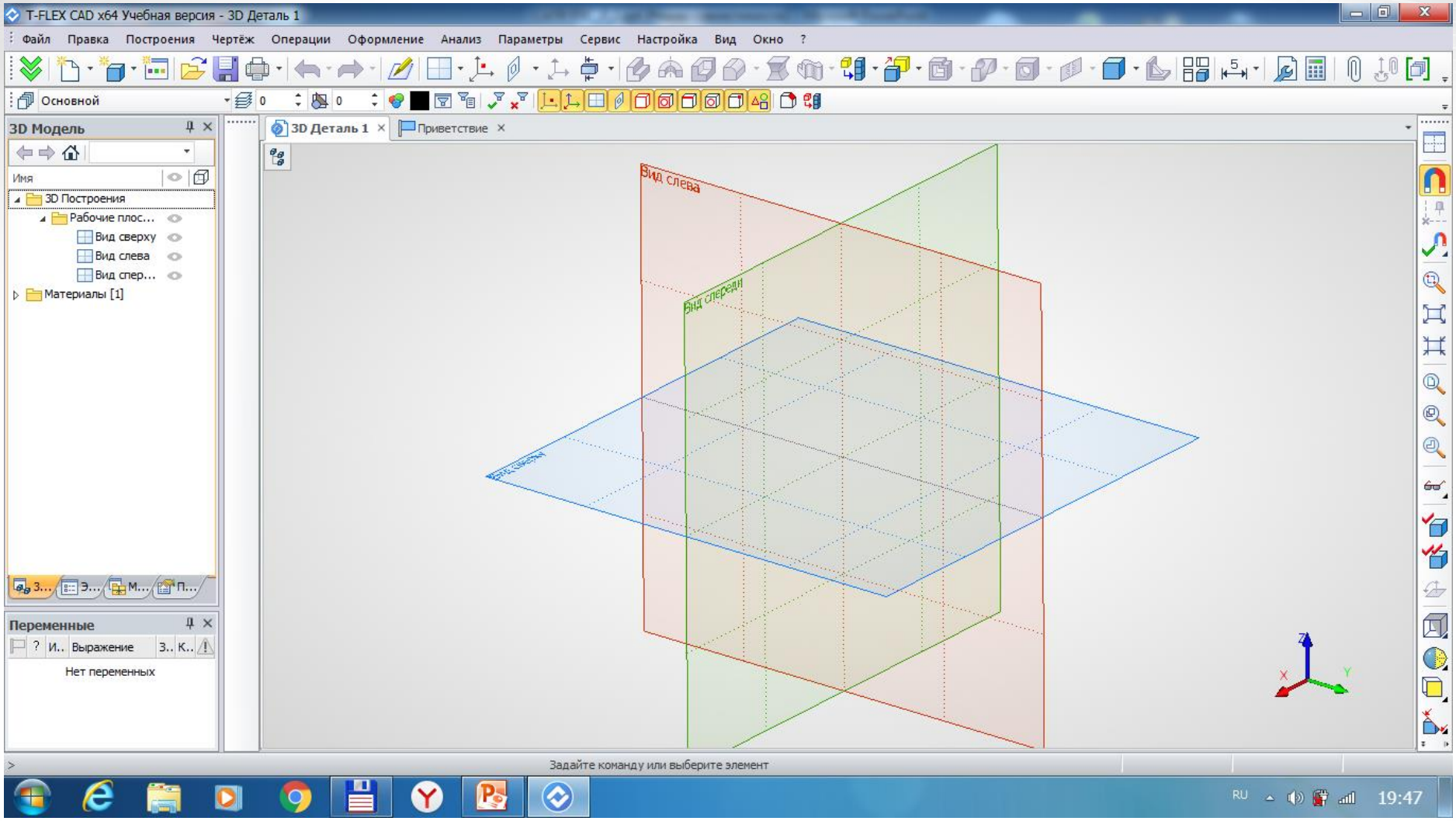
- Трехмерная версия T-FLEX CAD 3D позволяет получать параметрические трехмерные модели. Созданные в системе трехмерные твердотельные модели легко модифицируются, так как T-FLEX CAD 3D базируется на двумерной версии пакета. При параметрическом изменении двумерного чертежа автоматически изменяется его трехмерное представление.
- В T-FLEX CAD предусмотрена разработка дополнений в средах объектно-ориентированного программирования Visual C++ и Visual Basic.


Учебная версия
T·FLEX CAD 15
© Авторское право 1989-2018. ЗАО «Топ Системы»
Все права защищены. Данная программа защищена законом об авторских правах и международными соглашениями.

# Вид окна диалога «Добро пожаловать»



# Главное окно системы T-FLEX CAD



- Уникальными по своим возможностям являются средства создания *сборочных параметрических* чертежей.
- T-FLEX CAD позволяет получать сложные чертежи, в которых его отдельные части могут быть взаимосвязаны.
- Связь можно задать как через *геометрическую зависимость*, так и через *значения параметров*. При этом обеспечивается удаление невидимых линий в случае, если отдельные части чертежа перекрывают друг друга.
- Уровень вложенности отдельных частей чертежа не ограничен. Меняя параметры сборочного чертежа, можно за считанные секунды получить готовые чертежи нового проектируемого изделия.
- Одновременно с изменённым сборочным чертежом получаем и чертежи его составных частей (деталей), а также другие сопутствующие документы.

# Заключение

- Особняком от классических MCAD-систем стоят решения для проработки внешнего вида будущих изделий. Их применение наиболее характерно для отраслей, производящих промышленную продукцию для конечного потребителя: автомобилестроения, производства бытовой техники и электроники, упаковки и т. д.
- Для систем автоматизированного дизайна, в отличие от промышленных MCAD-систем, характерны большая гибкость в создании произвольных форм, возможности сочетания векторной, растровой и объемной графики, мощные средства реалистичной визуализации.
- Как правило, 3D-пакеты для промышленного дизайна строятся на архитектуре, не опирающейся на историю построения и технологические ограничения. На любой стадии проектирования существует возможность подбора нужной формы путем видоизменения имеющейся. Для того чтобы исследовать варианты 3D-форм, используют динамическое моделирование.