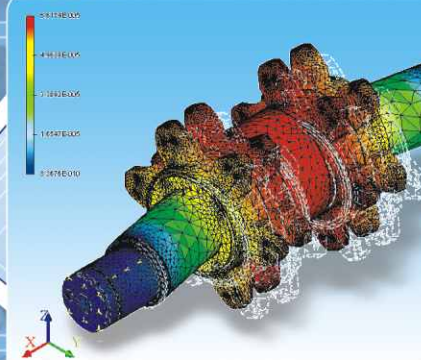




# t-flex

CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM



## Расчетные системы

### T-FLEX Анализ

Многофункциональный программный комплекс для конечно-элементного моделирования различных задач.

### T-FLEX Динамика

Система исследования динамики пространственных механических систем.

### T-FLEX Расчеты/Зубчатые передачи

Система создания и использования инженерных расчетных методик.

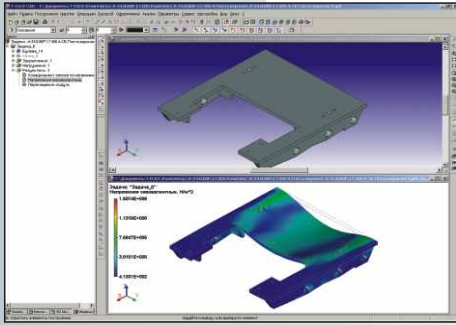
### T-FLEX /Пружины

Система расчета упругих элементов.

# T-FLEX Анализ – интегрированная среда конечно-элементных расчетов

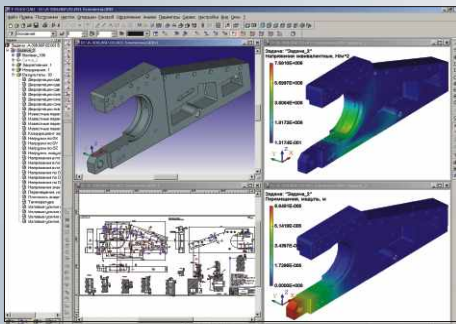
Система позволяет выполнять статические, частотные и тепловые расчеты, проводить анализ устойчивости конструкций. Параметрические изменения исходной твердотельной модели автоматически переносятся на сеточную конечно-элементную модель.

## Экспресс-Анализ



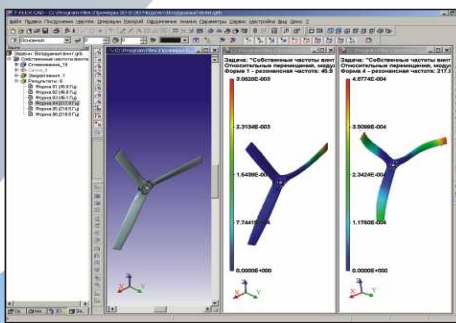
Предназначен для выполнения статических расчетов на прочность. Модуль позволяет осуществлять расчеты на прочность деталей машиностроительных конструкций, оценить деформации и является хорошим средством для начального освоения приемов работы с современными системами конечно-элементного моделирования. Этот модуль входит в стандартную поставку T-FLEX CAD.

## Статический анализ



Позволяет рассчитать напряжённое состояние конструкций под действием постоянных сил. При задании граничных условий используются различные виды нагрузок (сила, давление и другие) и закреплений (полное, частичное). Прочность разработанной конструкции оценивается по допустимым напряжениям, перемещениям, деформациям. Система позволяет определить наиболее уязвимые места конструкции и внести необходимые изменения. При этом между трёхмерной моделью изделия и расчётной конечно-элементной моделью поддерживается ассоциативная связь. Параметрические изменения исходной модели автоматически переносятся на сеточную конечно-элементную модель.

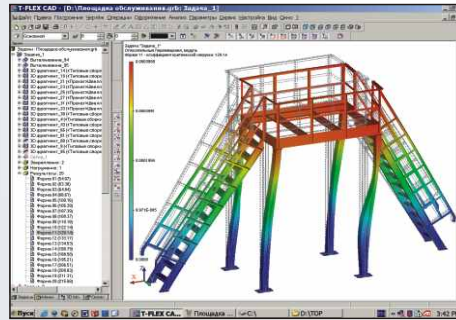
## Частотный анализ



Задача расчёта собственных частот и соответствующих им форм колебаний возникает во многих практических случаях анализа динамического поведения конструкции под действием переменных нагрузок. Наиболее распространена ситуация, когда при проектировании возникает необходимость убедиться в малой вероятности возникновения в условиях эксплуатации такого механического

явления, как резонанс. Система рассчитывает собственные (резонансные) частоты конструкции и соответствующие формы колебаний. Осуществляя проверку наличия резонансных частот в рабочем частотном диапазоне изделия и оптимизируя конструкцию так, чтобы исключить возникновение резонансов, разработчик может повысить надёжность и работоспособность изделия.

## Анализ устойчивости

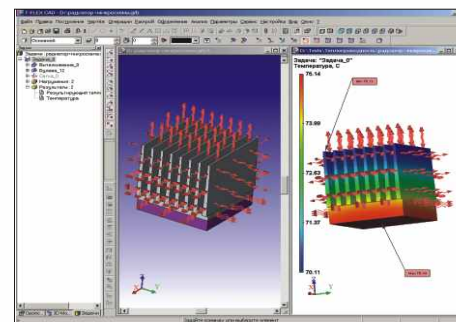


Задача оценки устойчивости конструкций возникает часто, особенно если конструкция имеет в составе много длинных или тонкостенных элементов, нагружаемых в процессе эксплуатации преимущественно вдоль своей оси или плоскости.

С помощью данного модуля пользователь может оценить запас прочности по «критической нагрузке» - нагрузке, при которой в конструкции могут скачкообразно возникнуть значительные неупругие деформации, приводящие к её разрушению или серьёзному повреждению.

При сжимающих силах, даже незначительно превышающих критическое значение, дополнительные напряжения изгиба достигают весьма больших значений и угрожают прочности конструкции. Поэтому критическое состояние, как непосредственно предшествующее разрушению, считается недопустимым в условиях реальной эксплуатации. Явления потери устойчивости весьма разнообразны: появление качественно новых форм равновесия; исчезновение устойчивых форм равновесия и др.

## Тепловой анализ



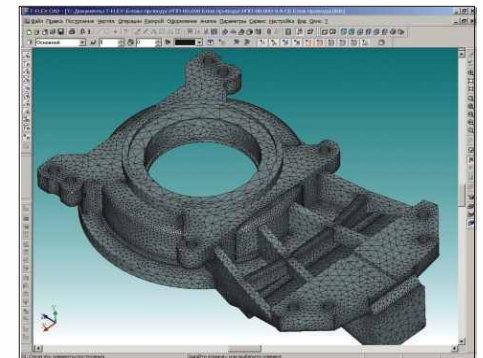
Оценивает температурное поведение изделия под действием источников тепла и излучения. В T-FLEX Анализе задача теплопроводности имеет две постановки:

- стационарная теплопроводность - расчёт установившихся (стационарных) температурных полей конструкции под действием приложенных тепловых граничных условий, подразумевается, что тепловые нагрузки действуют неопределенно долгое время, система пришла в равновесное состояние, и температурные поля не изменяются во времени - в каждой точке системы температура имеет своё установившееся значение;
- нестационарная теплопроводность - расчёт температурных полей конструкции

осуществляется в зависимости от времени, то есть температурные нагрузки были приложены относительно недавно, и в системе происходит активное перераспределение температурных полей - переходный процесс. Такая ситуация наблюдается, когда тело испытывает нагрев или охлаждение, т.е. его температуры изменяются с течением времени. В качестве граничных условий используются понятия: температура, тепловой поток, конвективный теплообмен, тепловая мощность, излучение.

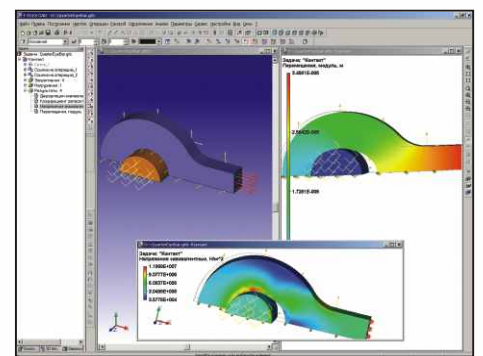
Тепловой анализ может использоваться самостоятельно для расчёта температурных или тепловых полей по объёму конструкции, а также совместно со статическим анализом для оценки температурных деформаций.

## Генератор конечно-элементных сеток



T-FLEX Анализ использует автоматическое построение адаптивной конечно-элементной сетки с большим набором управляющих параметров, позволяющих гибко настраивать систему для получения наиболее качественных результатов. При построении сетки используются тетраэдральные четырёхузловые и десятиузловые элементы.

## Сборочные конструкции и контактные задачи



T-FLEX Анализ позволяет рассчитывать сборочные конструкции с учётом свойств материалов деталей и условий контактов между деталями.

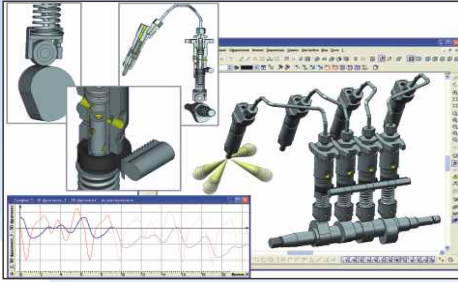
## Преимущества T-FLEX Анализ

- минимизированы затраты времени на ввод информации об изделии в систему конечно-элементного анализа;
- модель передаётся для осуществления расчётов максимально точно, отсутствуют погрешности экспорта-импорта моделей через универсальные обменные форматы;
- сохраняется ассоциативная связь расчётной математической модели и электронной объёмной модели изделия за счёт прямой программной интеграции. Это значительно сокращает сроки расчета нескольких вариантов и выбора оптимального.

# T-FLEX Динамика – система исследования динамики механизмов

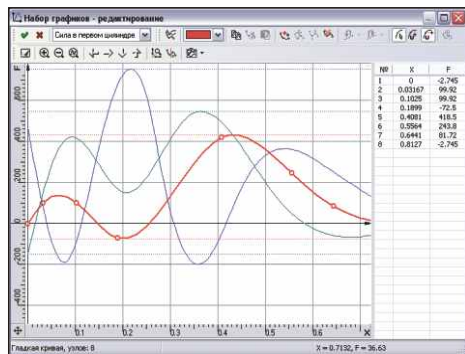
Приложение T-FLEX Динамика является интегрированным в T-FLEX CAD модулем, позволяющим производить динамические расчёты пространственных механических систем. Данный модуль основан на собственных алгоритмах, разработанных в компании «Топ Системы».

## Расчетная модель



Модель механизма описывается как система твёрдых тел, шарниров и нагрузок, создаваемая на основе трёхмерной геометрической модели T-FLEX CAD и сопряжений. Решатель учитывает масс-инерционные характеристики тел трёхмерной модели. При моделировании используются обычные инструменты T-FLEX CAD. Для описания системы, решаемой в модуле T-FLEX Динамика, введён специальный объект модели - «Задача динамического анализа». Он является полноценным объектом модели и содержит в себе набор элементов модели, нагрузок и других элементов, задающих их взаимодействие. В задаче содержатся данные, задающие направление силы тяжести, свойства элементов задачи по умолчанию (свойства шарниров, силы трения, контактные свойства), временные характеристики моделируемого процесса. Аналогично другим видам инженерных задач, которые могут содержаться в модели T-FLEX CAD (конечно-элементные задачи), динамических задач может быть несколько. Каждая из задач может содержать свой набор элементов и граничных условий для нахождения решения в различных постановках или при различных нагрузках. Задача динамического анализа ассоциативно связана с трёхмерной моделью. При изменении параметров или состава модели автоматически происходят соответствующие изменения и в задаче.

## Связи и нагрузки

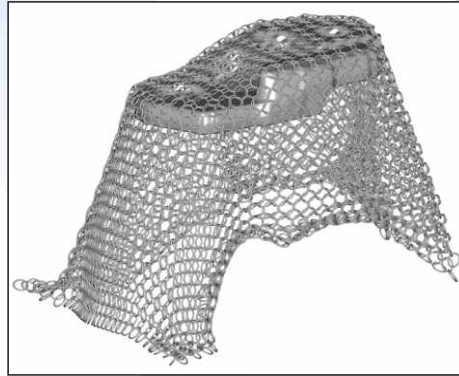


Для задания связей между трёхмерными телами используются сопряжения и степени свободы. На их основе система формирует список шарниров. Шарниры характеризуются геометрическими параметрами (размерами), и коэффициентами трения (сухого, вязкого).

В качестве нагрузок для тел можно задать начальные линейные и угловые скорости, силы, моменты, пружины, гравитацию и т.д. Данные элементы создаются при помощи тех же команд, которые используются для создания граничных условий при описании задач конечно-элементного анализа. Величины нагрузок могут задаваться в виде константных величин или значений переменных, а также в нелинейном виде, при помощи графических зависимостей. С этой целью в системе используется новый объект «График». При помощи графика можно, например, задать значение силы, действующей на объект в зависимости от времени или величину силы упругости пружины в зависимости от её

длины. Кроме этого, можно задавать зависимость величины нагрузки от значения, измеряемого датчиком. К примеру, можно задать зависимость крутящего момента мотора от скорости его вращения. Данная возможность позволяет описывать динамическую систему наиболее реалистично, так как большинство взаимосвязей в механических системах являются нелинейными.

## Контакты твёрдых тел

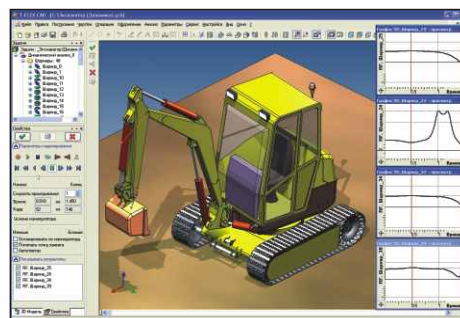


При расчёте задачи динамического анализа система может учитывать контакты между твёрдыми телами. В задаче может быть задан список тел, контакт которых между собой следует учитывать. Для наиболее естественного моделирования механических систем, пользователь имеет возможность задать контактные свойства материалов - коэффициенты трения, возникающего при контакте; коэффициенты восстановления, задающие поведение тел при ударе (отскок) и т.д.

## Датчики

Для исследования результатов динамического анализа введены специальные новые элементы «Датчики». Датчик может измерять физические величины в конкретной точке модели, в центре тяжести тела. В системе также имеется возможность использовать датчик, измеряющий относительное положение или относительную скорость любых точек модели. При необходимости датчик может отображать измеряемые параметры в графическом виде (в виде векторов) при расчёте задачи. Это позволяет пользователю наглядно представить процессы, происходящие при динамическом анализе. Датчик может измерять большое число величин: координаты, линейные и угловые скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и т.д.

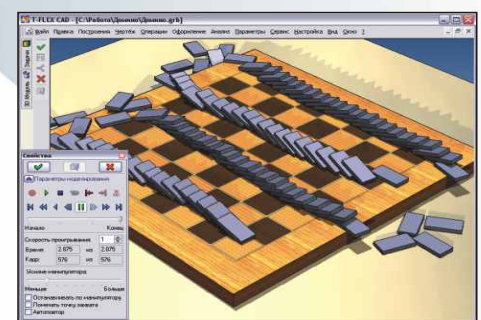
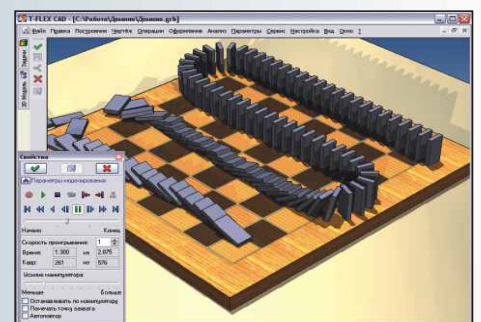
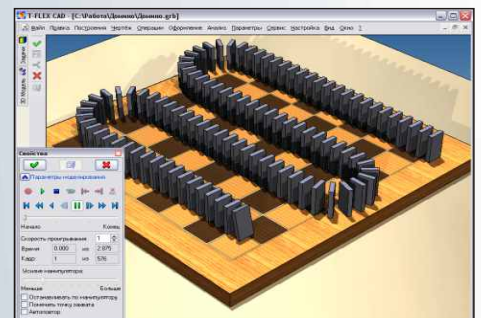
## Результаты исследований



Численные результаты динамического анализа могут быть представлены в виде графиков. График показывают зависимость измеряемых величин от времени. Их можно просматривать в специальных окнах в процессе расчёта или

просмотреть после расчёта в команде «Графики», предназначенной для их редактирования и просмотра. Здесь же пользователь имеет возможность экспортировать рассчитанные данные в другие системы при помощи сохранения данных графика в буфер обмена или в текстовый файл. Непосредственно в процессе расчета пользователь может наблюдать за поведением модели с любой точки. Результаты анализа сохраняются в рассчитанной модели и могут быть проиграны системой в любой момент времени без необходимости расчёта. По готовым результатам динамического анализа можно создавать анимационные ролики в формате AVI с требуемой частотой кадров и масштабом времени. Впоследствии такие ролики могут быть проиграны при помощи соответствующих программ.

## Управление расчетом

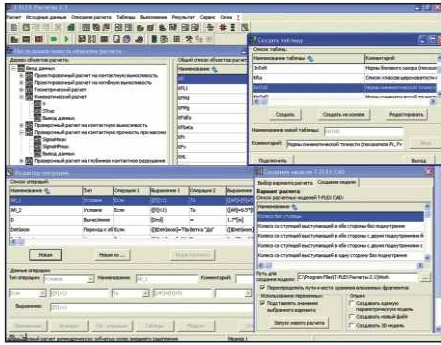


Для расчёта задачи динамического анализа используется специальная команда «Расчёт». Она производит расчёт динамической модели по кадрам с одновременным выводом результатов на экран. Результатом является взаимное расположение элементов модели, вектора и траектории, отображаемые датчиками, графики. Команда позволяет приостанавливать и возобновлять расчёт, проигрывать рассчитанную последовательность на экране, выполнять покадровый просмотр, удалять часть рассчитанных данных и др. Уникальным инструментом в данной команде является возможность интерактивного воздействия пользователя на процесс расчёта при помощи манипулятора. Для этого пользователю необходимо кликнуть в одно из тел, участвующих в задаче динамического анализа и потянуть курсор. В системе возникает сила, приложенная к телу, которой пользователь может управлять при помощи мыши.

# T-FLEX Расчеты/Зубчатые передачи – универсальная система для создания и использования инженерных расчетных методик

Основное назначение системы T-FLEX Расчеты/Зубчатые передачи - автоматизация рутинных расчетов по методикам, заложенным пользователем. Для генерации и оформления конструкторской документации по рассчитанным параметрам используются параметрические возможности системы

## Архитектура и возможности системы



Система T-FLEX Расчеты/Зубчатые передачи построена на основе архитектуры «клиент-сервер» и поддерживает распределенную сетевую работу пользователей с расчетными базами в режиме реального времени. Система предоставляет возможность создания пользовательских методик расчета любых деталей машин, без использования средств программирования. Имеется возможность использования ранее созданных на предприятии расчетных баз знаний и даже отдельных программных модулей

(работающих с базами данных), которые могут быть подключены к системе T-FLEX Расчеты/Зубчатые передачи. По результатам расчетов автоматически получаются готовые параметрические модели T-FLEX CAD, которые можно использовать как готовые конструкторские документы или как параметрические фрагменты для дальнейшей работы.

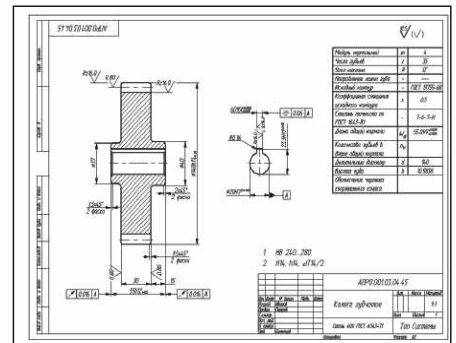
## Расчеты

С помощью системы T-FLEX Расчеты / Зубчатые передачи в стандартной поставке можно выполнить весь комплекс конструкторских и технологических расчетов, а также получить рабочие чертежи следующих видов зубчатых передач: цилиндрических прямозубых и косозубых (внутреннего и внешнего зацепления); конических с прямым и тангенциальным зубом; шевронных; червячных.

## Результаты работы

Результатами расчета зубчатой передачи с помощью T-FLEX Расчеты / Зубчатые передачи являются: геометрические параметры передачи; силы, действующие в передаче; действующие и допускаемые напряжения; параметры контроля качества изготовления.

Используя имеющиеся базы по нормированию точности (например, ГОСТ 1643-81), система автоматически генерирует предельные отклонения всех параметров контроля качества изготовления. Результаты расчетов представляются в табличной или графической форме. При выполнении расчета ведется интерактивный протокол расчета. По результатам расчетов система автоматически генерирует рабочие чертежи зубчатой передачи с заполненной таблицей параметров и основной надписью. Число конструктивных вариантов исполнения зубчатых колес не ограничено, так как в качестве прототипов используются обычные чертежи и модели системы T-FLEX CAD.



# T-FLEX/Пружины – система расчета и конструирования упругих элементов

Для генерации и оформления конструкторской документации по рассчитанным параметрам используются параметрические возможности системы T-FLEX CAD.

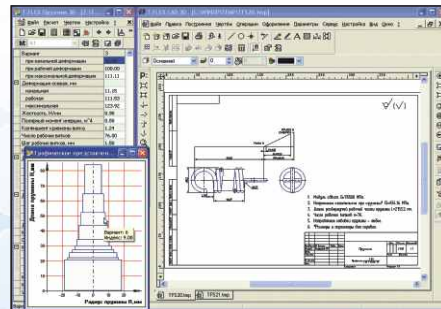
## Назначение

В программе реализованы расчёты цилиндрических пружин сжатия-растяжения, конических пружин, пружин кручения. Система позволяет осуществлять многовариантный расчёт пружин в соответствии с типовыми методиками (ГОСТы 13764-86 - 13769-86).

## Расчеты

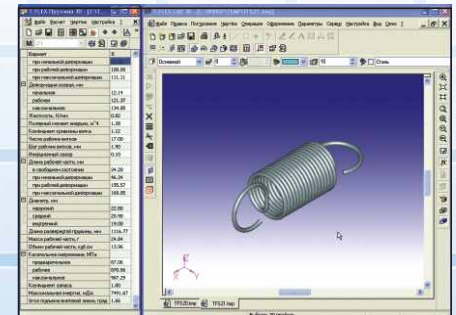
- расчёт пружин, удовлетворяющих заданным силовым характеристикам (пружины отличаются внешними диаметрами и диаметрами проволок);
- расчёт пружин с наложением конструктивных ограничений по их наружному диаметру;
- поверочный силовой расчёт пружин по заданным конструктивным параметрам пружины.

## Результаты работы



Результаты расчётов представляются в табличной форме и в виде графических диаграмм, отображающих всё многообразие полученных вариантов. По результатам расчёта чертежи и модели генерируются автоматически на базе имеющейся в системе библиотеки типовых конструкций пружин или

создаются разработчиком в интерактивном режиме из имеющихся в библиотеке элементов пружин (зацепов и законцовок). Сгенерированные модели при вставке в сборку и установлении связи с переменными сборки, изображаются в соответствии с положением подпружиненных элементов, в том числе и в анимации.



## ЗАО «Топ Системы»

Россия, 127055, г. Москва, а/я 133  
 тел.: +7 (495) 787-92-80, 787-92-81  
 факс: +7 (499) 978-97-48, 978-95-57  
 tflex@topsystems.ru  
 www.topsystems.ru

Названия T-FLEX, T-FLEX CAD, T-FLEX Анализ и T-FLEX Динамика являются торговыми марками компании "Топ Системы".  
 Все другие логотипы и торговые марки, упомянутые в данном документе, являются собственностью их соответствующих владельцев.  
 Авторское право © 2006 "Топ Системы", Все права защищены.

