

### 1.3 Рабочая Область Управления Проектом

Рабочая Область Управления Проектом (рис. 1.9) в общем случае содержит три панели – Инструментарий (*Toolbox*), Схема Проекта (*Project Schematic*), Списка Свойств (*Properties of Schematic*).

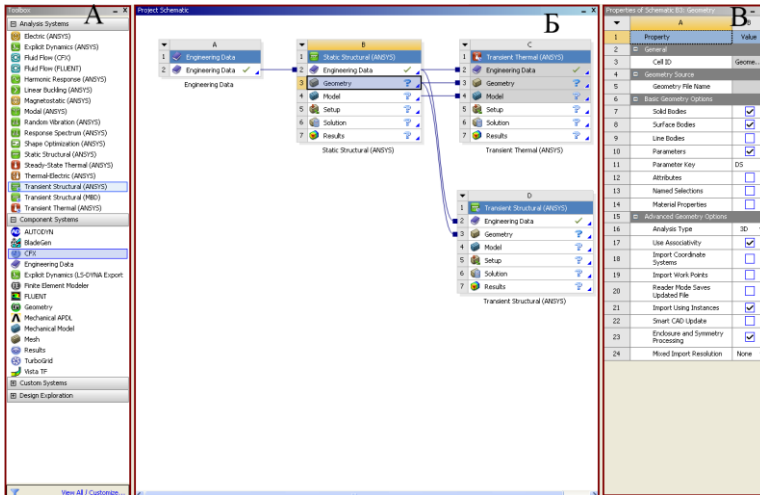


Рис. 1.9. Рабочая Область Управления Проектом.  
А – Инструментарий; Б – Схема Проекта; В – Список свойств

#### Схема Проекта и Свойства

В панели Схема Проекта (*Project Schematic*) (рис. 1.9,Б) отображается схема проекта. Элементы и шаблоны из Инструментария добавляются именно сюда. Основные принципы построения проекта, установления связей между элементами проекта будут описаны в следующем параграфе.

Панель Список Свойств *Properties of Schematic* (рис. 1.9,В) по умолчанию скрыта, ее отображение включается выбором пункта *Properties* в меню *View*.

Панель *Properties of Schematic* представляет собой таблицу из двух столбцов.

В первом столбце пишется название свойства, во втором – его значение. Свойства предопределены для каждого типа элементов, поэтому нельзя добавлять новые свойства или изменять названия уже существующих.

Поля значений свойств могут быть нескольких типов – флаг, текст или список предопределенных значений:

- флаг – свойство может принимать только два значения – Да (если флаг поставлен) и Нет (в противном случае).
- текстовое – свойство может принимать произвольные значения. В большинстве случаев в такие поля можно ввести несколько значений, разделенных точкой с запятой. Примером свойств с текстовым типом значения могут служить свойства-фильтры.
- список предопределенных значений – свойство может принимать только одно из присутствующих в списке значений. Поля этого типа от текстовых полей визуальнo отличаются черным треугольником справа от значения, кликнув на который можно увидеть все возможные значения.

Все свойства имеют значения по умолчанию. И изменение этих значений требуется в редких случаях.

Если значение свойства выделено серым цветом, то оно носит чисто информативный характер и его нельзя изменить.

### *Инструментарий*

Инструментарий представляет собой набор инструментов для решения задач инженерного анализа. Состав этого набора зависит от наличия лицензий на продукты **ANSYS**, необходимых для работы того или иного инструмента.

Инструментарий разделен на четыре раздела – *Analysis System*, *Component Systems*, *Custom Systems*, *Design Exploration* (рис. 1.10).

Рассмотрим подробнее, что включает в себя каждый из вышеперечисленных разделов.

Раздел *Analysis System* содержит шаблоны решения основных типов задач, например, статический анализ напряженно-деформированного состояния, модальный анализ. Шаблоны включают в себя все необходимые для решения компоненты – геометрическую модель, физическо-технические параметры, конечно-элементную модель, и т.д. Для добавления задачи в проект достаточно перетащить название типа задачи в область Схемы проекта. Между различными типами задач могут быть установлены связи.

Раздел *Component Systems* объединяет отдельные компоненты для моделирования. Так, можно создать отдельно, не привязанную ни к какому типу задачи, геометрическую модель, и на ее основе создать конечно-элементную модель. И уже конечно-элементную модель использовать в дальнейшем как основу для моделирования.

Шаблоны для решения связанных задач находятся в разделе *Custom Systems*. Например, шаблон *Thermal-Stress* добавит в проект две связанные задачи – стационарный тепловой анализ и основанный на его результатах статический анализ прочности.

Для того, что бы провести модальный анализ, использующий результаты ста-

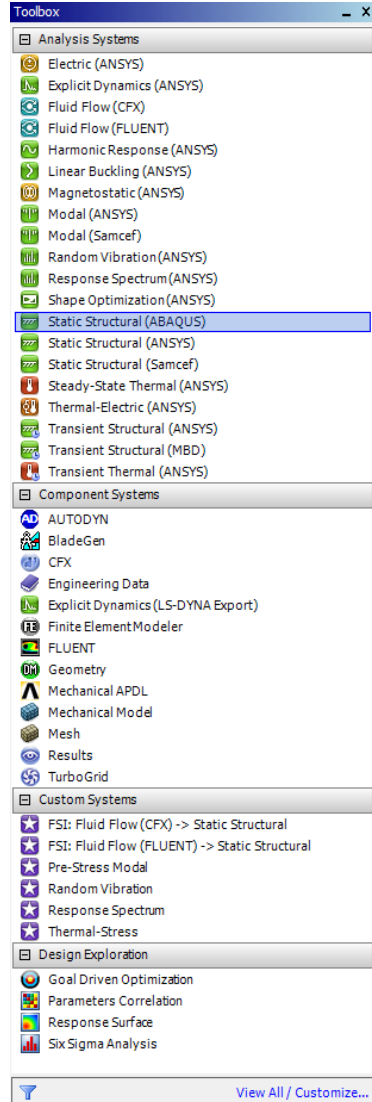


Рис. 1.10. Инструментарий

тического анализа напряженно-деформированного состояния можно использовать шаблон *Pre-Stress Modal*.

Для решения связанных задач можно использовать и шаблоны *Analysis System*, добавив необходимые типы задач в проект и установив связи между ними, и получив результат аналогичный, как если бы использовались шаблоны *Custom Systems*.

Так что шаблоны *Custom Systems* служат только для упрощения и оптимизации работы исследователя.

Для добавления в проект шаблонов из этого раздела, необходимо два раза кликнуть левой кнопкой мышки на названии шаблона.

Шаблоны из раздела *Design Exploration* позволяют решать задачи оптимизации модели различными методами и входят в состав **DesignXplorer** или **DesignXplorer VT**. Для любого из таких методов требуются входные и/или выходные параметры, которые задаются в *Parameter Set* – едином, общем для всего проекта, наборе параметров.

Исследователь может сам определять, какие шаблоны и компоненты должны быть расположены в Инструментарии. Для этого необходимо нажать *View All/Customize...* Справа от Инструментария появится панель Настройки Инструментария (*Toolbox Customization*) (рис. 1.11).

Панель *Toolbox Customization* представляет собой таблицу, каждая строка которой посвящена отдельному шаблону или компоненту.

Значение первого столбца представляет флаг, показывающий отображается или нет шаблон в Инструментарии: если поле пустое – то не отображается. Для включения или исключения шаблона их Инструментария нужно поставить или убрать галочку из поля, кликнув по нему левой кнопкой мышки.

Во втором столбце *Name* пишется название шаблона или компонента.

В третьем столбце *Physics* отображается название раздела физики, задачи которого могут быть решены этим шаблоном. Если шаблон или компонент могут быть применены для решения задач всех разделов физики, то значение столбца будет *Any*. Примером таких компонент может служить компонент Геометрическая Модель (*Geometry*).

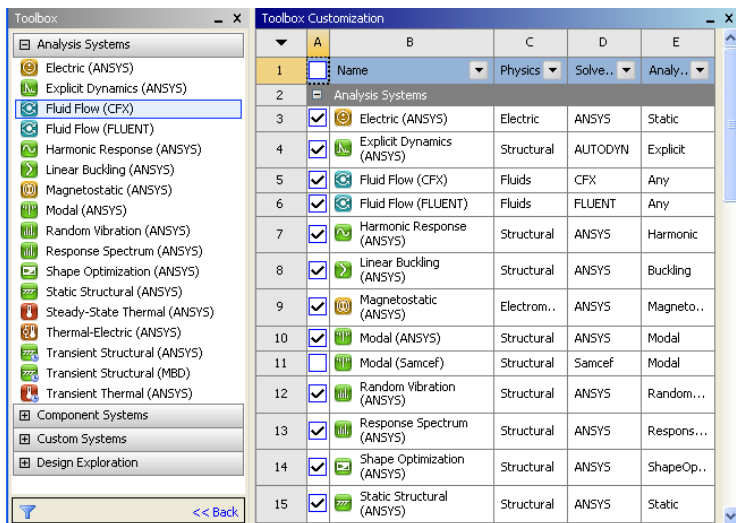


Рис.1.11. Панели Инструментарий и Настройки Инструментария

Четвертый столбец *Solver Type* содержит информацию об используемом решателе. Если использование шаблона или компонента не требует использования решателя, значение этого столбца будет *Any*.

Пятый столбец *Analysis Type* показывает тип анализа, который применяется в шаблоне, например, статический. Если шаблон может быть использован во всех типах анализа, поддерживаемых **ANSYS**, то значение этого свойства будет *Any*.

Для закрытия панели *Toolbox Customization* нужно нажать на *<<Back* внизу панели Инструментария.

Вернемся к разделу *Analysis Systems* Инструментария. В целом, шаблоны для решения всех типов задач, которые поддерживает **ANSYS**, представлены в этом разделе. В зависимости от установленных лицензий этот список может меняться. Приведем наиболее полный список шаблонов:

***Electric (ANSYS)*** – исследование задач электротехники, поддерживается анализ стационарной электрической проводимости. В первую очередь этот тип анализа используется для определения электрического потенциала тела при воздействии внешнего напряжения или тока. При этом анализе рассчитываются токи проводимости, электрические поля и нагрев электрическим током. Редактирование конечно-элементной и физической моделей, расчет и визуализация результатов будут происходить в приложении *Mechanical* с использованием решателя **ANSYS**.

***Explicit Dynamics (ANSYS)*** – исследование задач динамики. При расчетах могут быть использован как решатель ANSYS (AUTODYN), так и LS-DYNA.

***Fluid Flow (CFX)*** – расчет с помощью решателя ANSYS CFX потоков несжимаемой и сжимаемой жидкостей и задач теплообмена в телах со сложной геометрией.

***Fluid Flow (Fluent)*** – предназначено так же как и ***Fluid Flow (CFX)*** для решения задач гидродинамики, но с помощью решателя FLUENT.

***Harmonic Response (ANSYS)*** – гармонический анализ для определения отклика исследуемой модели к гармоническим нагрузкам. Позволяет оценить негативные последствия вынужденных колебаний – резонанса, усталости и т.д. Этот метод анализа рассчитывает только установившиеся моды колебаний в определенном диапазоне частот.

***Linear Buckling (ANSYS)*** – плоский изгиб. Полностью соответствует классическому анализу плоского изгиба идеально упругого тела. Так, например, анализ устойчивости колонны будет соответствовать решению классических уравнений Эйлера. Этот тип анализа может быть весьма полезен, если необходимо приблизительно оценить устойчивость и прочность конструкции. Для расчета используется решатель ANSYS

***Magnetostatic (ANSYS)*** – объемный анализ статических магнитных полей с помощью решателя ANSYS.



**Modal (ANSYS)** и **Modal (SAMCEF)** – модальный анализ, определяются вибрационные характеристики модели (собственные частоты и моды колебаний).

**Random Vibration (ANSYS)** – анализ влияния на модель случайных вибрационных нагрузок. Прикладываемая нагрузка задается с помощью вероятностных величин. При расчетах используется решатель ANSYS.

**Response Spectrum (ANSYS)** – анализ спектральной чувствительности. Во многом аналогичен **Random Vibration (ANSYS)**, за исключением того, что в этом типе анализа вычисляются максимальные спектральные характеристики при воздействии определенной нагрузки, например, движения грунта, измеренные в течение землетрясения. При расчетах используется решатель ANSYS

**Shape Optimization (ANSYS)** – анализ используемых материалов и оптимальной формы конструкции с точки зрения максимальной жесткости конструкции под определенной нагрузкой. При расчетах используется решатель ANSYS.

**Static Structural (ANSYS)**, **Static Structural (ABAQUS)** и **Static Structural (SAMCEF)** – статический структурный анализ. Позволяет рассчитать перемещения, деформации, напряжения, внутренние усилия, возникающие в теле под действием статической нагрузки. Параметры конечно-элементной модели и физическо-технические данные задаются в приложении **Mechanical**, в зависимости от выбранного типа анализа используются решатели ANSYS, ABAQUS или SAMCEF.

***Steady-State Thermal (ANSYS)*** – анализ установившегося теплового поля. Используется для определения температур, температурных градиентов, тепловых потоков в теле, вызванных тепловыми воздействиями. Параметры конечно-элементной модели и физическо-технические данные задаются в приложении Mechanical, расчеты проводятся с помощью решателя ANSYS.

***Thermal-Electric (ANSYS)*** – стационарный электротермический анализ, позволяющий исследовать одновременно тепловые и электрические поля. Параметры конечно-элементной модели и физическо-технические данные задаются в приложении Mechanical, расчеты проводятся с помощью решателя ANSYS.

***Transient Structural (ANSYS)*** - нестационарный структурный анализ. Используется для определения изменяющихся во времени перемещений, деформаций, напряжений и внутренних усилий в теле под воздействие нестационарных нагрузок. Параметры конечно-элементной модели и физическо-технические данные задаются в приложении Mechanical, расчеты проводятся с помощью решателя ANSYS.

***Transient Structural (MBD)*** - нестационарный структурный анализ на основе решателя MBD. Применяется для исследования структур твердых тел, связанных пружинами и шарнирами. Например, именно этот типа анализа может быть использован для исследования кинематики руки робота. Параметры конечно-элементной модели и физическо-технические данные задаются в приложении Mechanical, расчеты проводятся с помощью решателя MBD.

***Transient Thermal (ANSYS)*** – анализ нестационарного теплового поля. Применяется в случаях, когда интерес представляет распределение температур по времени, например, при исследовании процессов термообработки. Результаты анализа могут использоваться в статическом структурном анализе для определения тепловых напряжений и деформаций. Параметры конечно-элементной модели и физическо-технические данные задаются в приложении Mechanical, расчеты проводятся с помощью решателя ANSYS.