

## ТЕМА 1

1. Описание CASE-технологии.
2. История развития CASE-средств.
3. Системная модель CASE-средств.
4. Критерии развития CASE-средств.

### 1.1 Особенности CASE-технологии

На пути к достижению комплексного подхода при разработке программных средств (ПС) широкое применение получили CASE-средства (Computer Aided Software Engineering), обеспечивающие поддержку многочисленных технологий проектирования информационных систем, охватывая всевозможные средства автоматизации и весь жизненный цикл программного обеспечения (ПО). Диапазон CASE-средств очень велик, и сегодня практически каждое из них располагает мощной инструментальной базой.

CASE-технология включает в себя методологию анализа, проектирования, разработки и сопровождения сложных систем ПО, поддержанную комплексом взаимосвязанных средств автоматизации. Основная цель CASE-подхода – разделить и максимально автоматизировать все этапы разработки ПС. Большинство CASE-средств основано на парадигме *методология / метод / нотация / средство*.

*Методология* определяет шаги работы и их последовательность, а также правила распределения и назначения методов. *Метод* – это систематическая процедура генерации описаний компонентов ПО. *Нотация* предназначена для описания структур данных, порождающих систем и метасистем. *Средства* – это инструментарий для поддержки методов на основе принятой нотации.

Основные преимущества применения CASE-средств:

- улучшение качества ПО за счет автоматического контроля проекта;
- возможность быстрого создания прототипа будущей системы, что позволяет уже на ранних стадиях разработки оценить результат;
- ускорение процессов проектирования и программирования;
- освобождение разработчиков от выполнения рутинных операций;
- возможность повторного использования ранее созданных компонентов.

### 1.2 История развития CASE-средств

Основной причиной, по которой возникла необходимость в появлении систем автоматизированного проектирования в области информационных технологий, явился дисбаланс между производительностями труда в сфере производства и в сфере обработки информации. Причем разница была не в пользу последней. Начиная с 60-ых годов XX столетия, через каждые десять лет указанный разрыв значительно увеличивался.

На первых порах проблему пытались решить путем перевода людей из одной области труда в другую, что привело к падению общих темпов роста производительности труда и экономики. Кроме этого, ситуацию осложняли следующие факторы:

1. Число различных классов технических систем удваивалось в среднем через каждые десять лет.
2. Сложность изделий, вызванная увеличением количества их комплектующих, удваивалась через десять лет.
3. Объем научно-технической информации удваивался через каждые восемь лет.
4. Период создания новых изделий уменьшался в два раза через десять лет, и при этом сокращалось время их морального старения.

В результате совокупного действия перечисленных факторов объем разработок в области проектирования должен был возрасти приблизительно в десять раз через каждые десять лет. В связи с этим были начаты работы по автоматизации процессов проектирования. До недавнего времени концепция автоматизации труда базировалась на принципах геометрического моделирования и компьютерной графики, что позволяло охватить лишь стадии технического и рабочего проектирования. Системы компьютеризации труда конструкторов, технологов, программистов и менеджеров развивались автономно. В современных условиях необходима комплексная компьютеризация инженерной деятельности на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) программного продукта. Комплексный характер CASE-средств заключается в том, что в них выполняются и сложные вычисления, и обработка большого объема данных. Это определяет направление дальнейшего развития CASE-средств как интегрированных интеллектуальных систем.

Современные CASE-средства делят на категории: тяжелые, средние, легкие. Категории определяются средствами, вложенными в систему, или усилиями, потраченными на ее освоение. Считается, что успех во многом зависит от того, на какие информационные ресурсы она ориентируется: активные или пассивные.

Активные информационные ресурсы составляет информация, доступная для автоматизированного хранения, поиска и обеспечивающая обработку данных. Иные формы информации являются пассивными ресурсами. Система автоматизированного проектирования должна взаимодействовать только с активными ресурсами.

### **1.3 Системная модель CASE-средств**

Любая техническая система, включая CASE-средство, может быть представлена следующим набором характеристик:

$S = \{Ind, P, Atr, Inp, Out, Str\}$ , где

*Ind* – обозначение и наименование системы;

*P* – цели системы;

*Atr* – общесистемные характеристики;

*Inp* – входы системы;

*Out* – выходы системы;

*Str* – структура системы;

$Str = \{E, R\}$ , где *E* – компоненты системы, *R* – связи между компонентами.

*Обозначение и наименование системы.* Каждая коммерческая система должна иметь зарегистрированный товарный знак, который в совокупности с обозначением версии и модификации системы представляет собой обозначение системы. Наименование включает в себя ее функциональное описание.

*Цели системы* достигаются за счет ее технических функций, которые характеризуют способность преобразовывать входную информацию в выходную. В качестве целей системы чаще всего выступают такие характеристики, как: трудоемкость, себестоимость, длительность цикла процесса, качество продукта.

Уменьшение трудоемкости проектирования достигается за счет:

- автоматизации оформления документации,
- информационной поддержки и автоматизации принятия решений,
- параллельного проектирования.

Снижение себестоимости разработки происходит благодаря разумной экономии всех ресурсов.

Сокращение ЖЦ достигается за счет параллельного проектирования и создания виртуальных бюро.

Улучшение качества результатов проектирования обеспечивается путем:

- использования автоматизированного поискового и многовариантного проектирования,
- применения математических методов оптимизации параметров и структур объектов и процессов,
- привлечения стратегического проектирования.

*Общесистемные характеристики* участвуют в классификации CASE-средств по следующим признакам:

- прикладная область объектов проектирования,
- сложность проектируемых объектов,
- уровень автоматизации (менее 25% от общего количества автоматизированных процедур – низкоавтоматизированные CASE; от 25% до 50% автоматизированных процедур – среднеавтоматизированные CASE; более 50% автоматизированных процедур – высокоавтоматизированные CASE),

- комплексность автоматизации проектирования (зависит от стадий проектирования, которые охватывает система, здесь выделяют: одноэтапные, многоэтапные и комплексные),

- возможность работы в сетевом режиме и в Internet.

*Входы и выходы* системы зависят от ее функционального назначения и описываются в техническом задании на разработку.

Структура системы включает в себя ее функциональные составные части и связи между ними, а также зависит от комплексности CASE-средств.

#### 1.4 Критерии развития CASE-средств

Каждая техническая система, в том числе и CASE-система, характеризуется группой свойств, которые определяют меру совершенства и прогрессивности данной системы. Такие свойства называют критериями развития. Наборы критериев многих технических систем совпадают. Это вызвано тем, что все они являются искусственными и, в большинстве человеко-машинными системами. CASE-средства принадлежат к классу систем информатики, где преобразуемым операндом является информация. В результате ряд критериев для CASE-средств не являются актуальными, связанные с затратами материалов, энергии, экологией. Критерии, важные для CASE-средств, можно разделить на четыре группы: функциональные, технологические, экономические, эргономические.

Функциональный критерий рассматривается как интегральный показатель, зависящий от ряда частных функциональных критериев: скорости обработки информации, интенсивности обработки информации, степени автоматизации труда, непрерывности процесса проектирования.

Скорость обработки информации характеризуется двумя величинами:  $K_{НП}$  – натуральным критерием производительности CASE-средства и  $K_{ИП}$  – информационным критерием производительности CASE-средства.

$$K_{НП} = \frac{(\sum_{i=1}^N K_{Ci} N_{A4i} / T_{qi})}{N},$$

где  $K_{Ci}$  – коэффициент сложности работы  $i$ -ого проекта;  $N_{A4i}$  – количество листов формата А4  $i$ -ого проекта;  $T_{qi}$  – время в часах, затраченное на автоматический выпуск указанного количества листов  $i$ -ого проекта;  $N$  – количество проектов.  $K_{НП} > 0$ , измеряется количеством листов, выпускаемых в часах, и возрастает с развитием CASE-средства. Если объем выполненной работы измеряется количеством информации в модели создаваемого объекта или процесса, то  $K_{НП}$  можно заменить  $K_{ИП}$ .

$$K_{ИП} = \frac{(\sum_{i=1}^N K_{Ci} I_i / T_{qi})}{N},$$

где  $I_i$  – количество информации в принятых единицах измерения в  $i$ -ой модели. Независимо от критерия, которым измеряется, прежде всего производительность CASE-средства зависит от объема знаний и данных, заложенных в систему.

С интенсивностью обработки информации в CASE-средства связан информационный критерий эффективности  $K_{ИП}$ . Он представляет собой

усредненное отношение объема выходной информации к суммарному объему входной и выходной информации.

$$K_{ИЭ} = \frac{\sum_{i=1}^N I_{ВЫХ_i} / (I_{ВЫХ_i} + I_{ВХ_i})}{N},$$

где  $I_{ВЫХ_i}$  – объем результирующих данных  $i$ -ого проекта,  $I_{ВХ_i}$  – объем исходных данных  $i$ -ого проекта,  $N$  – количество проектов.  $K_{ИЭ}$  принимает значения в диапазоне от 0 до 1 и является безразмерной величиной. Система считается тем совершеннее, чем меньше данных в нее нужно вводить. Предельным минимумом для этого является техническое задание.

Критерий совмещения функциональных операций имеет смысл для интерактивных CASE-средств и определяет допустимое число одновременно выполняемых на одной рабочей станции функциональных операций.

Критерий, характеризующий степень автоматизации CASE-средства – это критерий автоматизации  $K_A = \sum_{i=1}^{N_A} K_{T_i}$ , где  $N_A$  – количество автоматизированных операций, а  $K_{T_i}$  – удельная трудоемкость  $i$ -ой проектной операции. Сумма удельных трудоемкостей всех операций равна 1, т.е.  $\sum_{i=1}^N K_{T_i} = 1$ , где  $N$  – количество всех проектных операций. Следовательно,  $K_A$  принимает значения в диапазоне от 0 до 1.

Критерий непрерывности процесса проектирования

$$K_H = \frac{\sum_{i=1}^N T_i / T_{цикл_i}}{N},$$

где  $T_i$  – чистая трудоемкость  $i$ -ого проекта в человеко-часах, а  $T_{цикл_i}$  – длительность календарного цикла  $i$ -ого проекта.  $T_{цикл_i}$  становится неоправданно большим из-за перехода с одной операции на другую, нехватки информации и т.д. С развитием CASE-средств стремятся к увеличению данного критерия.

Технологические критерии связаны с настоящими и будущими затратами на стадиях создания, развития и адаптации системы к решению конкретных задач. Критерий трудоемкости разработки CASE-средства имеет две формы выражения  $K_{ТН} = T_C / K_{НП}$  или  $K_{ТИ} = T_C / K_{ИП}$ , где  $T_C$  – суммарная трудоемкость разработки системы,  $K_{НП}$  – натуральный показатель производительности,  $K_{ИП}$  – информационный показатель производительности. Данный критерий представляет собой монотонно убывающую величину, для уменьшения которой необходимо добиваться

инвариантности ПС CASE-средств и использовать инструментальные средства автоматизации разработки программно-информационного обеспечения.

Критерий технологических возможностей отражает простоту разработки CASE-средства и подготовки ее к эксплуатации. Он является безразмерной величиной и определяется по формуле

$$K_{TB} = \frac{K_C A_C + K_Y A_Y + K_A A_A + K_H A_H}{A_C + A_Y + A_A + A_H},$$

где  $A_C$  – количество стандартных программных модулей (ПМ),  $A_O$  – количество унифицированных ПМ,  $A_A$  – количество адаптированных ПМ,  $A_H$  – количество нестандартных ПМ, требующих разработки.  $K$  – весовые коэффициенты, причем  $K_C=1$  и  $K_C > K_Y > K_A > K_H$ ,  $K_Y = 0.8$ ;  $K_A = 0.5$ ;  $K_H = 0.05$ . Критерий технологических возможностей принимает значения в диапазоне от 0 до 1, и чем он больше, тем совершеннее CASE-средство.

В информатике принято различать старую и новую технологии. Для первой из них характерно доминирующее влияние нестандартных ПМ, когда  $A_H \gg A_C, A_Y, A_A$ , что не позволяет добиться увеличения  $K_{TB}$ . Новая технология характеризуется тем, что  $A_H \rightarrow 0$ . Доминирующее влияние при создании CASE оказывают унифицированные и стандартные ПМ, а при подготовке к эксплуатации – адаптированные.

Экономический критерий CASE-средства служит для комплексного стоимостного учета положительного эффекта от автоматизации проектирования и основных затрат. В качестве этого показателя принято использовать  $K_{\mathcal{E}}$  – величину годового экономического эффекта от использования CASE-средства.

$$K_{\mathcal{E}} = D_C + \mathcal{E}_K - (D_K + K_E)E_H, \text{ где}$$

$D_C$  – общее изменение себестоимости проектирования в расчетном году, связанное с производительностью CASE-средства;

$\mathcal{E}_K$  – годовая экономия от повышения качества проектных решений, в основе которых лежит новая информационная база;

$D_K$  – дополнительные капиталовложения (в вычислительную технику), связанные с созданием и внедрением CASE-средства;

$K_E$  – предпроизводственные затраты на CASE-средство, связанные с трудоемкостью ее разработки;

$E_H$  – нормативный коэффициент.

Рассматриваемый критерий может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Однако он имеет тенденцию к возрастанию.

Критерий эргономичности CASE-средства равен отношению реализуемой эффективности системы к максимально возможной эффективности этой системы. Он представляет собой зависящую от времени функцию, стремящуюся к 1. Данный критерий можно трактовать как КПД человека в системе.