

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

A.V. Derkach

## APPLICATION OF ONTOLOGY FOR AUTOMATION WEIGHT DEVELOPMENT OF THE COMPLEX TECHNICAL OBJECT

*Ontology using for aircraft development based on computer aid-design system is considered.*

*Описана концепція побудови автоматизованої системи вагового проектування літака, яка діє на початкових етапах проектування літака і підтримує правила онтології.*

*Описана концепция построения автоматизированной системы весового проектирования самолета, которая действует на начальных этапах проектирования самолета, и построена на основе принципов онтологии.*

© А.В. Деркач, 2008

УДК 681.3.06 (629.735.33.013)

А.В. ДЕРКАЧ

## ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЕСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Введение.** При проектировании любого сложного технического объекта (СТО) возникает проблема определения его весовых параметров. Особо важное значение весовое проектирование имеет при прогнозировании весовых характеристик самолета на начальных этапах разработки его проекта.

Задачами весового проектирования СТО является: оптимизация массы СТО на стадии определения его параметров и выполнения схем компоновки; минимизация массы частей СТО при разработке силовых схем и конструкций; определение характерных масс СТО и массы всех агрегатов и систем на основе весового расчета; прогнозирование окончательных значений характерных масс с учетом их изменений в процессе создания СТО; определение на основе совместных весовых и аэродинамических расчетов основных размеров и тяговооруженности; определение исходных данных для расчета СТО на прочность; весовой анализ эффективности СТО и уровня весового совершенства конструкции; выбор рационального размещения масс и др. [1–3].

Состав, алгоритмы, методики и весовые соотношения, которые применяются в расчетах при осуществлении весового проектирования, зависят от параметров конкретного изделия, сопровождаются весовым анализом, имеют огромное количество промежуточных данных и осуществляются на разных этапах проектирования СТО с разной точностью и детальностью.

В настоящее время существует очень мало программ в области весового проектирования и в основном они решают эту задачу лишь частично.

Отметим, что задача весового проектирования не является чисто технической. Большую роль в весовом проектировании играют административные методы, множество сложных проблем в этой области не может быть решено без использования конструкторской интуиции и опыта. Поэтому полностью автоматизировать решение всех проблем весового проектирования невозможно. В данной работе описывается подход к построению структуры автоматизированной системы прогнозирования весовых характеристик (АСПВХ), которая автоматизирует одну из задач весового проектирования – прогнозирование весовых характеристик на предпроектном этапе конструирования самолета. Система АСПВХ интеллектуально подходит к решению задач, принимает самостоятельные решения в зависимости от конкретной ситуации по многим из перечисленных ранее вопросам.

Для определения масс компонентов самолета, его характерных масс существует множество различных расчетных соотношений [1–3]. Метод расчета выбирается в зависимости от этапа проектирования, типа самолета, его условий эксплуатации, геометрических и аэродинамических параметров.

**Основные положения.** Процесс весового проектирования представляет собой решение (в определенной последовательности) большого числа задач, связи которых основаны на взаимодополняющих исходных данных, а методика носит итерационный характер [1]. При автоматизации весового проектирования В.М. Шейнин [1] предлагает выделить 3 этапа, в соответствии с последовательностью развития проекта. Расчеты первого этапа связаны с определением внешнего облика СТО на основе данных, которые задаются техническими требованиями, или определяются по статистике. Главной задачей данного этапа является аналитическое определение весовых характеристик, размеров и параметров СТО, на основе которых выполняется первичный учет весовых параметров его основных компонентов. Второй этап расчетов связан с выбором конфигурации и размеров основных элементов СТО, определением его аэродинамических характеристик. На основе этих данных проводится более точный и детальный расчет весовых показателей компонентов СТО. Расчеты третьего этапа включают в себя много видов задач весового проектирования, в том числе определение конечных результатов весовых характеристик и количественных показателей весового проектирования (укрупненных весовых лимитов) [1]. Основные задачи системы АСПВХ на каждом этапе показаны на рис. 1.

Процесс прогнозирования весовых характеристик СТО начинается с анализа факторов, которые определяют величину массы СТО. От результатов этого анализа зависит выбор методики расчета.

Процесс прогнозирования весовых характеристик происходит в условиях ограниченной информации о проектируемом изделии. Поэтому данная система должна оптимизировать свою работу с учетом имеющихся данных. С другой стороны, могут быть доступны разные характеристики СТО, которые прямо или косвенно влияют на массу: характеристики конструкционных материалов; гео-

метрические параметры, определяющие размеры конструкций; внешние нагрузки, определяющие общую нагрузку конструкции; внутренние силы, возникающие в элементах; аэродинамические требования; основные проектные параметры; требования прочности; требования к эксплуатации (эксплуатационная технологичность, надежность, долговечность, безопасность); технологические требования (членение конструкции, требования к заготовкам, процессам обработки, соединениям); особенности организации производства СТО и т. д.

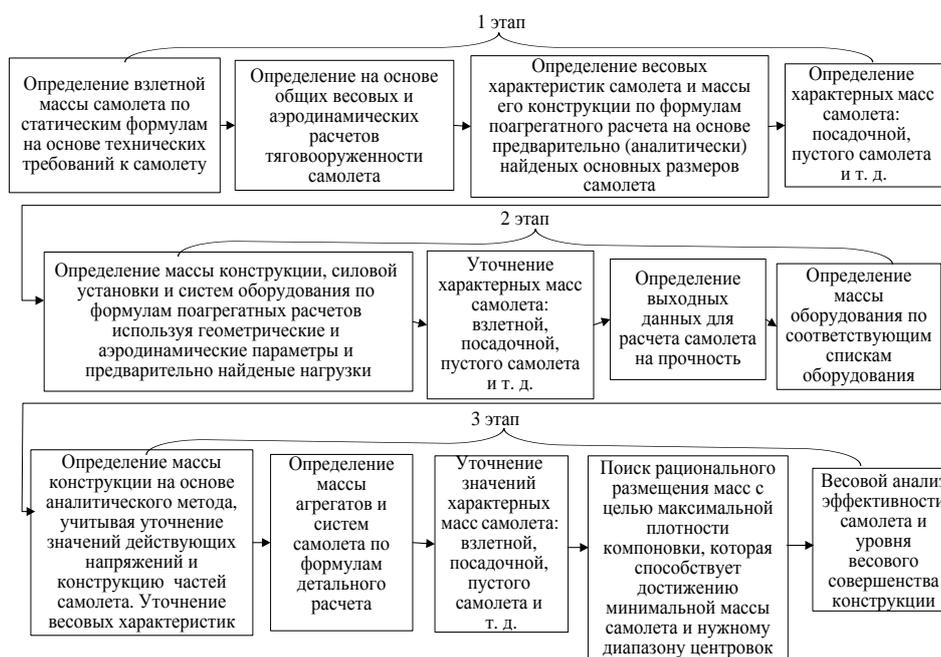


РИС. 1. Алгоритм проведения весовых расчетов в АСПВХ

Данной системе необходимо учитывать многообразие различных факторов, влияющих на вес СТО, а также всевозможные варианты методики расчета, в зависимости от типа СТО, его предназначения, аэродинамических, геометрических параметров и т. д.

Для организации хранения, обработки, систематизации большого количества разнообразной информации, установления взаимосвязей между отдельными частями системы АСПВХ, а также для поддержки принимаемых решений предложено применить онтологическую схему организации базы знаний в системе АСПВХ.

Онтологию предметной области можно представить в виде:  $O = \langle X, R, F \rangle$ , где  $X$  – множество понятий, терминов, единиц знания;  $R$  – множество отноше-

ний между единицами знаний;  $F$  – множество функций интерпретации, правил заданных на множестве понятий и отношений [4].

Данные в области весового проектирования представляются в виде объектов, классов, связей между ними, а также правил интерпретации этих данных.

Применение онтологии позволит связать между собой такие принципиально разные понятия: компоненты самолета, массы компонентов, формулы, по которым рассчитываются эти массы, входные параметры для этих формул, а также отношения базы данных, где хранится информация. С помощью онтологии, кроме правил интерпретации и характеристики объектов, можно представить также правила выбора формул, перехода к новому состоянию процесса, условия проведения анализа и правила определения предыдущего состояния процесса. Следовательно, система АСПВХ получает возможность повторить или изменить историю расчета масс компонентов самолета.

Основными понятиями онтологии весового проектирования является самолет, компоненты самолета, массы компонентов самолета, особенности компоновки самолета, методы расчета, функции расчета, модули (структурные единицы системы), отношения в базе данных, пользователи системы, геометрические, аэродинамические и другие характеристики самолета или его компонентов и условия применения методов расчета. Взаимодействие данных понятий показано на рис. 2.

Полученная система классов, подклассов, атрибутов и связей, реализованная на языке OWL [5, 6], а также функции интерпретации и правила выбора, реализованные на языке Java, составляют основу базы знаний и системы принятия решений АСПВХ. Онтология в данном случае связывает между собой отдельные компоненты системы, формирует необходимые данные для принятия решений, управляет ходом расчетов и весовым анализом, создает историю проекта и обеспечивает обратную связь между отдельными его состояниями.

Таким образом, система АСПВХ представляет собой совокупность отдельных модулей, которые объединяются между собой с помощью онтологических схем. Каждая функция расчета помещается в отдельный модуль, что в целом образует библиотеку компонентов. С помощью правил онтологии определяется компонент библиотеки, который должен быть применен на определенном этапе весового расчета, проводится анализ необходимых данных, определяется место хранения параметров расчета, проверяется полнота данных, организуется и оформляется запрос дополнительных данных у пользователя. Структура основных компонентов системы показана на рис. 3.

Обычно онтология применяется для организации трансляции текста с естественного языка на формальный, поиска информации по нечетко определенным запросам, формирования словаря определенной области данных или обслуживания интерфейсов. Использование ее для объединения программных частей как основы принятия решений и формирования процесса вычисления является не менее эффективным.

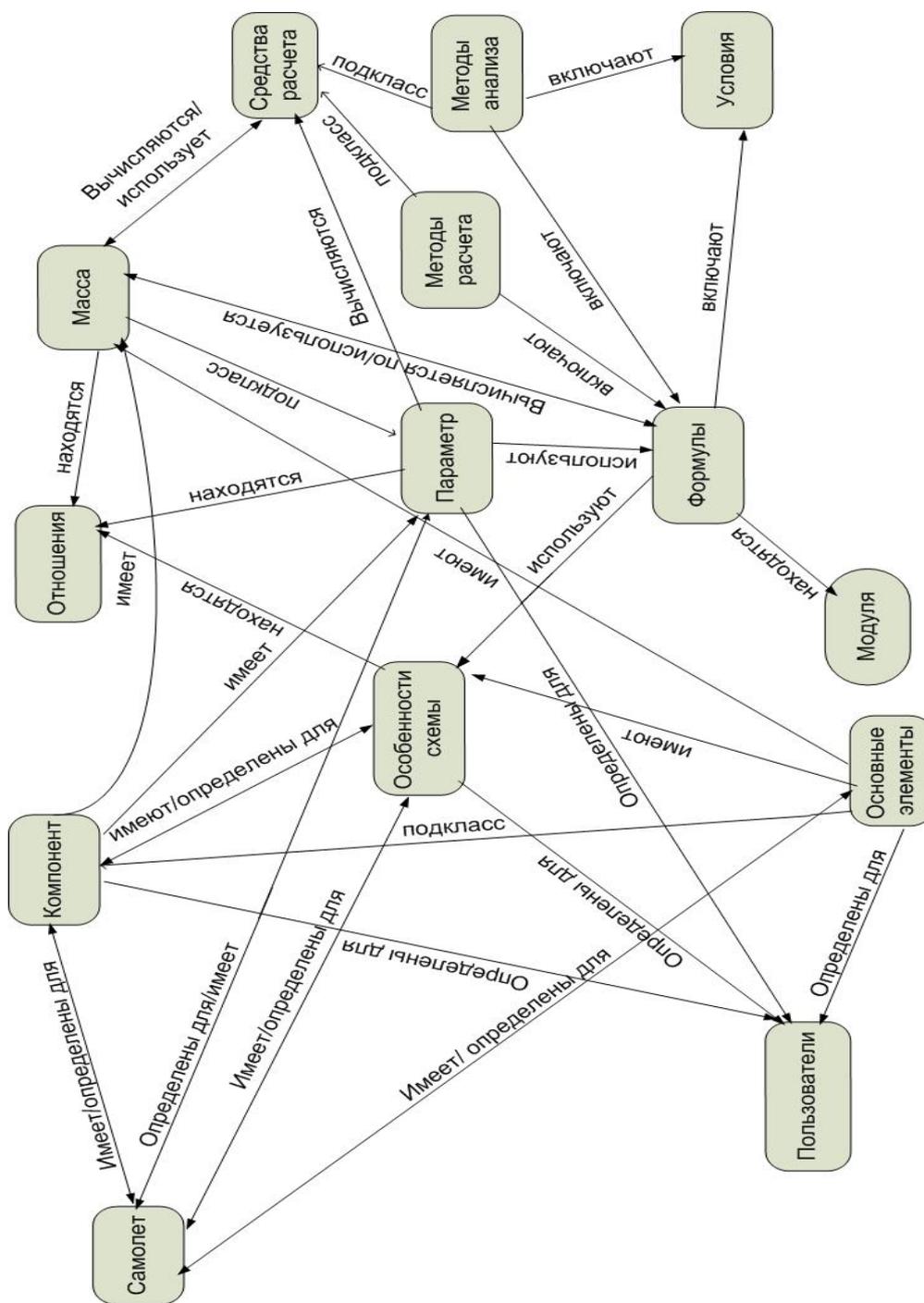


РИС. 2. Схема связей классов в заданной предметной области

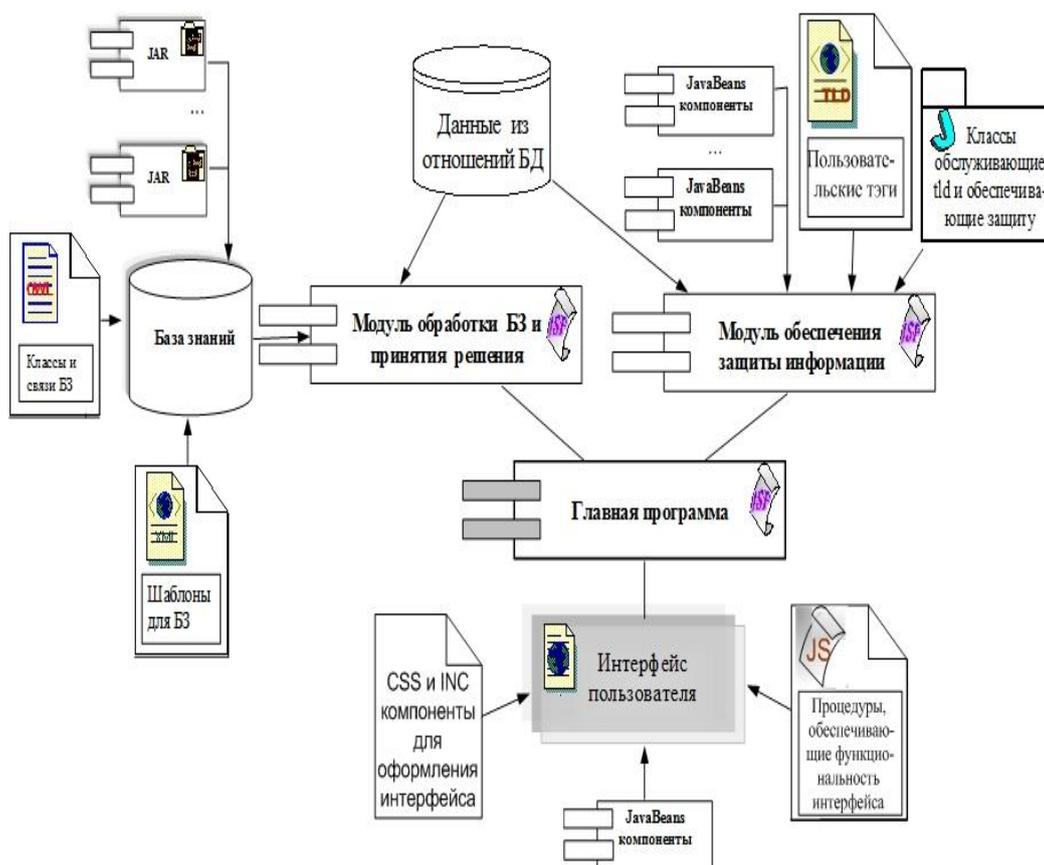


РИС. 3. Структура основных компонентов АСПВХ

**Выводы.**

1. Система АСПВХ обеспечивает комплексное решение одной из важнейших проблем весового проектирования – задачи прогнозирования характеристик самолетов и их модификаций на предпроектном этапе создания самолета.

2. В основе построения системы АСПВХ лежит онтологический подход. Благодаря этому обеспечивается взаимосвязь структурных частей в составе АСПВХ, т. е. система получает знания о своих компонентах, анализируя имеющиеся в библиотеке программные модули и выбирая оптимальный модуль для решения задачи в конкретных условиях.

3. Созданная база знаний системы АСПВХ может легко наращиваться, включая новые типы СТО, методы и средства весовых расчетов, оценку влияния на массу СТО новых материалов и схем конструкции. Это позволяет системе АСПВХ легко адаптироваться к быстро изменяющимся технологиям создания СТО.

1. *Шейнин В.М., Козловский В.И.* Весовое проектирование и эффективность пассажирских самолетов: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 552 с.
2. *Егер С.М., Мишин В.Ф., Лисейцев Н.К. и др.* Проектирование самолетов: Ученик для вузов / Под ред. С.М. Егера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
3. *Бадягин А.А., Егер С.М., Мишин В.Ф. и др.* Проектирование самолетов. – М.: Машиностроение, 1972. – 516 с.
4. *Палагин А.В., Яковлев Ю.С.* Системная интеграция средств компьютерной техники. Монография. Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2005. – 680 с.
5. Asuncion Gomez-Perez, Mariano Fernandez-Lopez, Oscar Corcho. *Ontological Engineering*, Springer-Verlag London Limited, 2004. – 411 p.
6. *Nicola Guarino.* Formal Ontology and Information Systems, National Research Council, LADSEB-CNR, Padova, Italy, P. 3–15.

Получено 21.11.2008