

наведені вимоги до програмного забезпечення геодезичних робіт.

Колектив авторів цих норм продовжує роботу з удосконалення нормативної бази України. Вже підготовлено і в 2011 році буде введено в дію Державний стандарт України ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків точності геометричних параметрів. Настанова".

#### ЛИТЕРАТУРА

СНиП 3.01.03-84 *Геодезические работы в строительстве*. — М., 1985.

#### АННОТАЦИЯ

В статье представлены общие требования и структура введенного в действие ДБН В.1.3-2: 2010 "Геодезические работы в строительстве". Обоснована необходимость разработки нового нормативного документа. Представлены правила выполнения геодезических работ в строительстве, охватывающие ряд производственных процессов, выполняемых на строительной площадке, — создание геодезической разбивочной основы для строительства; разбивка внутриплощадочных, линейных сооружений, создание внутренней разбивочной сети здания; геодезический контроль точности геометрических параметров зданий; геодезические измерения деформаций основы, конструкций зданий и их частей.

Ключевые слова: нормативный документ, геодезические работы в строительстве, точность, сеть, разметочные работы, мониторинг.

#### ANNOTATION

The article presents general requirements and structure enacted DBN V.1.3-2: 2010 "Geodetic works in construction". The need for new regulations. Installation rules for surveying works in construction, covering a number of productions that are performed on a construction site — a geodetic marking the foundation for building; marking internally may-danchykovyh, linear structures, creating internal marking network building; geodetic control the accuracy of geometrical parameters of buildings; geodetic measurements deformation framework structures of buildings and their parts.

Keywords: legal documents, survey works for construction, accuracy, network, marking of work, monitoring.

УДК 721.01:624.012.3:681.3.06

*А.С.Городецкий, д.т.н., проф., НИИСП*

## ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

#### АННОТАЦИЯ

Анализируются функциональные возможности существующих программных комплексов, автоматизирующих составление архитектурной, конструктивной, сантехнической, электротехнической и сметно-финансовой частей проекта. Рассматриваются возможные направления развития САПР строительных объектов: интеграция, интеллектуализация, расширение функциональных возможностей 2 D и 3 D проектирования.

Ключевые слова: программное обеспечение, системы автоматизированного проектирования, интеграция, интеллектуализация, функциональные возможности.

В настоящее время программное обеспечение САПР охватывает практически все разделы проектирования.

Автоматизация архитектурной части проекта обеспечивается такими программными комплексами, как САПФИР, ArchiCAD, REVIT, Allplan и др. Конструкторы имеют в своем распоряжении широкий набор программных комплексов, таких как ЛИРА-САПР 2011, МОНОМАХ-САПР 2011, Scad, Stark, MicroFE, ROBOT, SAP, STRAP, ANSYS и др. Для автоматизации сантехнической части проекта проектировщики располагают такими программными комплексами, как CAD-profi, HVAC & Piping, AutoCAD Revit MEP Suite, AutoCAD MEP, APC ПС и др. Для автоматизации электротехнической части проекта набор программных средств также достаточно представительный: ЭЛЬФ, НТЕ, nanoCAD ONC, nanoCAD СКС, nanoCAD ЭЛЕКТРО, Bentley promis, CAD — profi, Electrical, CADElectro, WinElso и др. Для автоматизации сметно-финансовой части проекта имеются такие программы, как АВК, ИСС, АСС — 4 и др., хотя следует отметить, что наиболее трудоемкая часть работ (подсчет объемов) до сих пор остается вне поля зрения разработчиков программного обеспечения.

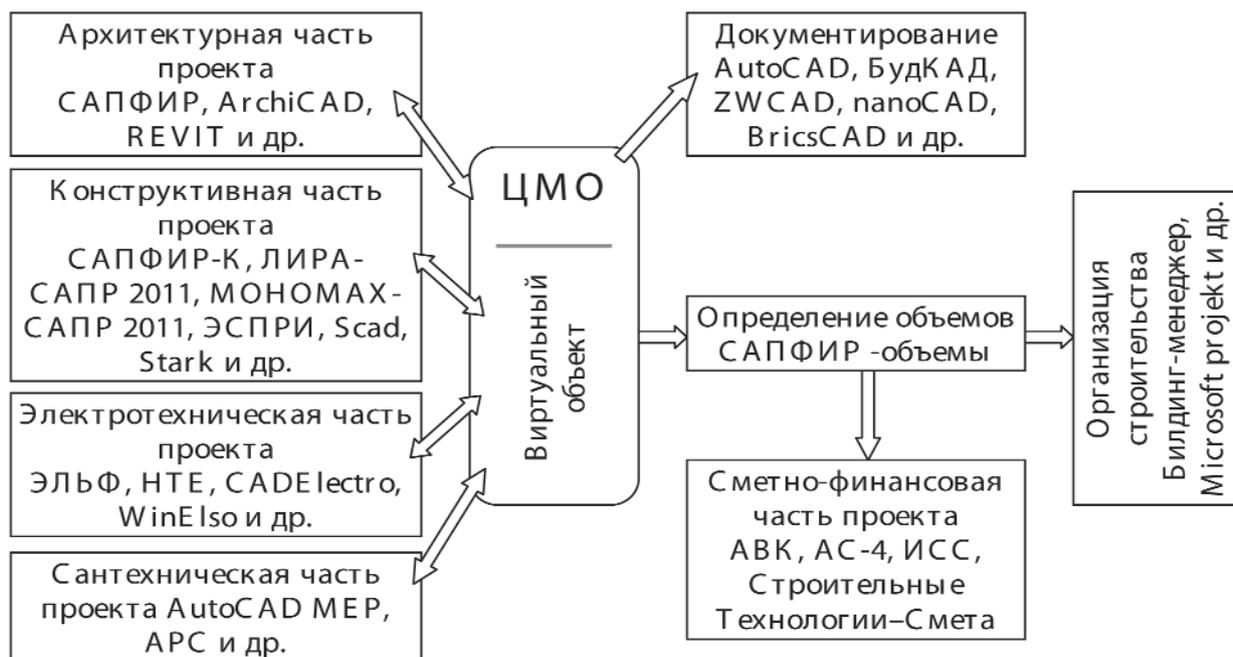


Рис. 1. Обобщенная схема интегрирования на основе ЦМО

Среди существующего программного обеспечения в отдельную группу можно выделить сугубо графические программы, такие как AutoCAD, ZWCAD, nanoCAD, БудКАД, BricsCAD и др. Значение этих программ сильно фетишируется. Это объясняется тем, что сейчас практически все чертежи выполняются с использованием этих программ, что создает иллюзию 100% автоматизации проектных работ именно благодаря этим программам. Программы типа nanoCAD (Россия) или БудКАД (Украина) даже объявляются национальными САПР. Все это неправильно расставляет акценты в намечаемых планах развития САПР. Необходимо иметь в виду, что, во-первых, сугубо графические системы автоматизируют только часть самых рутинных проектных работ, а именно — чертежные работы, которые являются по сути электронным кульманом, во-вторых, эти программы основываются на компьютерной модели чертежа, а не на компьютерной модели объекта. В этом смысле прототипом будущих САПР являются такие программные комплексы, как САПФИР, ArchiCAD, REVIT, Allplan, ЛИРА-САПР 2011, МАНОМАХ-САПР 2011, Scad и др., которые основываются на компьютерной модели рассматриваемого объекта. Пока эти модели носят узкопроблемный характер. Так, компьютерные модели, синтезируемые архитектурными системами, в основном содержат элементы архитектурной части проекта — форма и расположение стен, колонн, лест-

ниц, окон, дверей, перегородок, отделка полов, стен и потолков и др. Компьютерные модели, синтезируемые конструктивными системами, естественно содержат элементы, необходимые для автоматизированного расчета и проектирования конструкций — топология и геометрия элементов несущих конструкций, сечения и материал несущих конструкций, величина и характер нагрузок, условия опирания и др.

Можно предположить, что основой будущих САПР будет цифровая модель объекта — виртуальный объект, который с максимальной степенью приближения будет отображать проектируемый объект в натуре.

Примерная схема функционирования такой системы представлена на рис. 1.

ЦМО — виртуальный объект, представляет собой базу данных, в которой информация о каждом элементе организуется в виде фрейма, где указываются его атрибуты — местоположение, материалы, ссылки на каталоги и др.

Система должна быть открытой, как в смысле создания ЦМО (любые существующие или вновь созданное программное средство — САПФИР, ArchiCAD, Scad, APC ПС, ЭЛЬФ и др. — может принимать участие в формировании ЦМО), так и в смысле дальнейшего применения ЦМО в процессе проектирования (подсчет объемов, составление смет, документирование), в процессе организации работ, эксплуатации, т.е. всего жизненного

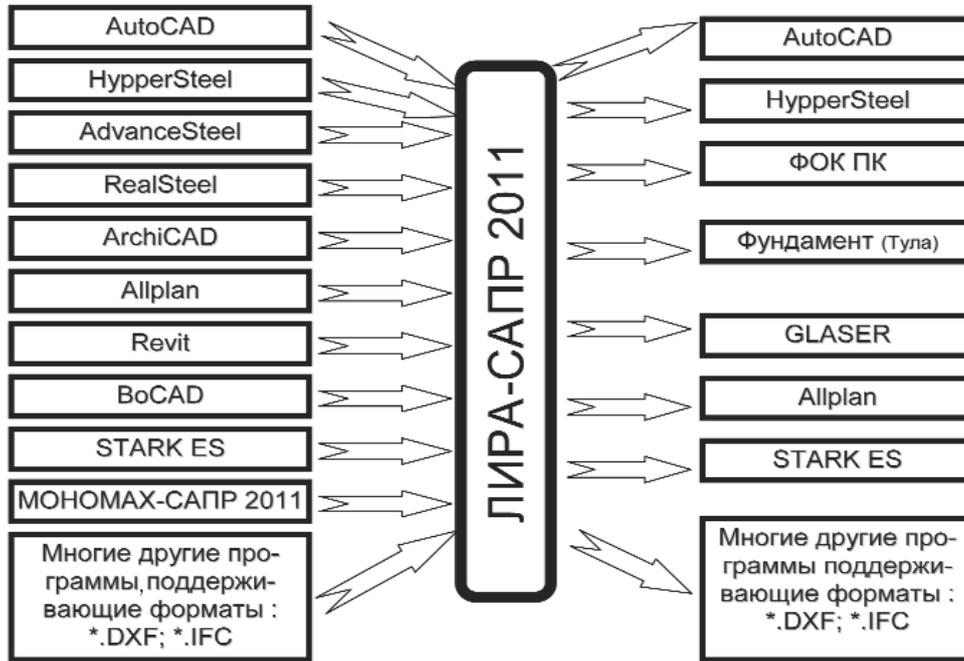


Рис. 2. Конверторы ПК ЛИРА-САПР 2011

цикла. Для реализации идей открытости необходим единый стандарт ЦМО. Такой подход, с одной стороны, обеспечивает принцип демократичности, так как позволяет коллективам проектировщиков, применяя эту технологию, использовать привычные для них программные средства, не ломая привычных традиций, с другой стороны, по сути новая технология использует уже накопившийся богатый опыт автоматизированного проектирования и имеющиеся программные средства.

Кроме того, такой подход открывает новые возможности для интеграции различных программных средств. Проблема интеграции программных средств САПР в настоящее время является достаточно востребованной. Уже сейчас считается

хорошим тоном, если программное средство имеет многочисленные конверторы, связывающие, как правило, только две родственные по проблематике программы. На рис. 2 представлена информационная связь ПК ЛИРА-САПР 2011 с другими программами на основе конверторов.

Информация на основе единой базы данных ЦМО безусловно является новым этапом развития САПР, так как, помимо интеграции разнородных по проблематике программ, исключает избыточность, повторный ввод, потерю данных при передаче и преобразовании.

Возможная ориентация на создание такой технологии ни в коем случае не отрицает, а даже поощряет дальнейшее наращивание функциональ-

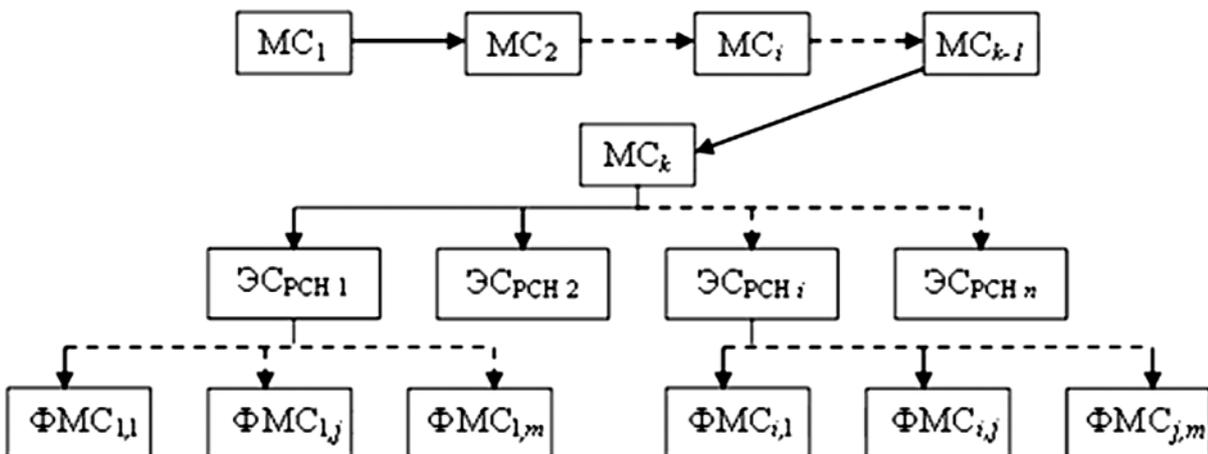


Рис. 3. Схема компьютерного моделирования жизненного цикла конструкций

ных возможностей уже имеющихся программных средств. Эти работы будут проводиться по различным направлениям — совершенствование пользовательского интерфейса, интеллектуализация программ, реализация современных методов трехмерного моделирования, методов математической физики и строительной механики и др.

Примером совершенствования пользовательского интерфейса может служить программа нового поколения САПФИР-Конструкция (САПФИР-К). Программа САПФИР-К предназначена для синтеза расчетных схем на основе управляемой процедуры преобразования 3D и 2D архитектурных моделей, созданных в различных графических программах (САПФИР, ArchiCAD, Allplan, REVIT, AutoCAD и др.). Программа САПФИР-К включает библиотеку мешеров и набор инструментальных средств для корректировки конечно-элементных моделей. Нагрузки в виде сосредоточенных или распределенных по произвольным штампам сил (перемещений) задаются на произвольных поверхностях без привязки к конечно-элементной сетке. Имеется система диагностики правомерности созданной расчетной схемы.

Примером интеллектуализации программ могут служить некоторые процедуры программного комплекса МОНОМАХ-САПР 2011. Наличие экспертной системы, которая информирует пользователя о правомерности принятых проектных решений, наличие процедуры рациональной унификации несущих элементов свидетельствует о том, что современные реализации уже автоматизируют этапы проектирования, являющиеся уделом интеллектуальной деятельности человека.

Примером применения современных методов математической физики и строительной механики может служить реализация методов расчета конструкций в ПК ЛИРА-САПР 2011 [1] с учетом физической, геометрической и конструктивной нелинейности. Это дает возможность подойти вплотную к проведению компьютерного моделирования жизненного цикла конструкций.

Примерная схема такого компьютерного моделирования представлена на рис. 3.

Введены следующие обозначения:

МС — монтажная стадия, общее количество  $k$ .

ЭС — эксплуатационная стадия, общее количество  $n$ .

ФМС — форс-мажорные стадии (под такими ситуациями подразумевается внезапный выход из

строения ответственных несущих элементов), общее количество  $m$ .

Монтажные стадии последовательно сменяют друг друга и соответствуют последовательности возведения конструкции. Последняя  $k$  стадия соответствует возведенной конструкции и ее НДС "помнит" всю информацию последовательности возведения, связанную с изменениями конструктивной схемы, добавлением и снятием монтажных нагрузок и т.п.

Стадия МСк является стартовой для расчета на эксплуатационные нагрузки. НДС на эксплуатационных стадиях определяется расчетом на различные сочетания нагрузжений. Некоторые эксплуатационные стадии в свою очередь являются стартовыми для моделирования форс-мажорных ситуаций.

Изложенные перспективы возможного развития программного обеспечения САПР как и всякие прогнозы могут оказаться очень оптимистичными, хотя не исключена возможность, что некоторые из них будут реализованы в самое ближайшее время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. *Компьютерные модели конструкций*. К.: Изд-во Факт, 2007. — 394с.

#### АНОТАЦІЯ

Аналізуються функціональні можливості існуючих програмних комплексів, що автоматизують складання архітектурної, конструктивної, сантехнічної, електротехнічної й кошторисно-фінансової частин проекту. Розглядаються можливі напрямки розвитку САПР будівельних об'єктів: інтеграція, інтелектуалізація, розширення функціональних можливостей 2D й 3D проектування.

Ключові слова: програмне забезпечення, системи автоматизованого проектування, інтеграція, інтелектуалізація, функціональні можливості.

#### ANNOTATION

The paper deals with capabilities of CAD software for architectural, structural, sanitary engineering, electrical and estimate/financial parts of the project. The paper considers possible developments for CAD software: integration, increase of functional and intellectual capabilities of 2D and 3D design.

Key words: software, CAD software, integration, functional and intellectual capabilities.