



50 лет

Юго-Западный государственный
университет

Southwest State University

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НЕСУЩИХ СИСТЕМ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE
FOR THE CALCULATION OF BEARING
CONSTRUCTION OF THE BUILDING**

*Сборник научных трудов
Международного научного семинара
19 — 20 сентября 2013 года*

*Collection of Scientific Works
of International Scientific Symposium
19 — 20 September 2013*

Курск 2013



50 лет

Международный семинар
19-20 сентября 2013 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НЕСУЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Организаторы: Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН); ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ): факультет строительства и архитектуры, кафедры «Уникальные здания и сооружения», «Промышленного и гражданского строительства»; Национальный авиационный университет (НАУ, Украина): кафедра компьютерных технологий строительства; Группа компаний «ЛИРА-САПР», «Лири сервис», СОФОС (Украина); НП ООО «СКАД Софт» (Украина); ALLBAU SOFTWARE GMBH (Германия, Украина)

Председатель редколлегии

Емельянов С.Г., ректор ЮЗГУ, д.т.н., проф., советник РААСН, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники

Сопредседатели редколлегии:

Киричек А.В., проректор по НР ЮЗГУ, д.т.н., проф.
Травуш В.И., вице-президент РААСН, академик РААСН, д.т.н., проф.
Карпенко Н.И., академик РААСН, д.т.н., проф.
Федоров В.С., академик РААСН, д.т.н., проф.
Городетский А.С., д.т.н., проф. (Украина)
Голышев А.Б., иностр. член РААСН, д.т.н., проф. (Украина)
Сидоров В.Н., советник РААСН, д.т.н., проф.
Колчунов Вл.И., д.т.н., проф. (Украина)
Колчунов В.И., академик РААСН, д.т.н., проф.

Оргкомитет:

Бредихин В.В., проректор по развитию имущественного комплекса ЮЗГУ, к.т.н., доцент
Булгаков А.Г., д.т.н., проф. ЮЗГУ
Скорук Л.Н., к.т.н., доцент (Украина)
Полищук В.Г., и.о. декана ф.-та строительства и архитектуры ЮЗГУ, к.т.н., проф.
Колчунов В.И., д.т.н., проф. ЮЗГУ
Клюева Н.В., д.т.н., проф. ЮЗГУ

Ответственный за публикации
Орлов Д.А.

ISBN 978-5-7681-0861-8

Содержание

Сидоров В.Н.

К коррективке вычислительной расчетной модели сооружения по результатам его мониторинга 5

Скорук Л.Н.

Проверочный расчет висячего моста через р. Днепр на трассе аммиакопровода Тольятти - Одесса пролетом 720 м 12

Пятикрестовский К.П.

Нелинейные деформации статически неопределимых деревянных конструкций 25

Тамразян А.Г., Аветисян Л.А.

К несущей способности железобетонных колонн, работающих в условиях термосилового нагружения при сравнительной оценке живучести зданий 27

Федоров В.С., Левицкий В.Е., Соловьев И.А.

Проблемы расчета фактической огнестойкости зданий и сооружений 32

Колчунов В.И., Яковенко И.А., Клюева Н.В.

Компьютерная реализация метода физических моделей сопротивления железобетона 37

Сморчков А.А., Барановская К.О., Орлов Д.А., Кереб С.А.

Определение местоположение точечного источника замачивания с использованием программного комплекса SCAD 51

Клюева Н.В., Азжеуров О.В.

К предметному значению определения живучести железобетонных конструктивных систем 57

Материалы статей печатаются в авторской редакции

Право использования произведений предоставлено авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского кодекса Российской Федерации

Компьютерная верстка
Орлов Д.А.

Подписано в печать 12.09.2013.
Формат 60×84 1/8. Печ. л. 13,8.
Тираж 100 экз. Заказ № 61

Адрес редакции:

305040, Россия, г. Курск,
ул. 50 лет Октября, д.94
Тел.: +7 (4712) 50-48-16
www.swsu.ru
E-mail: pgs_swsu@mail.ru

Отпечатано в ЮЗГУ

Колчунов В.И., Прасолов Н.О., Бухтиярова А.С.

Алгоритм расчета и анализ живучести железобетонных конструкций при внезапной потере устойчивости несущих элементов.... 62

Ромашкина М.А., Барабаш М.С.

Обеспечение конструктивной безопасности при проектировании высотных зданий с использованием ПК ЛИРА-САПР.....73

Барабаш М.С., Артамонова А.Е.

Методы организации обмена информацией между участниками процесса проектирования на основе ПК САПФИР..... 83

Никитин К.Е., Залевский В.А.

Исследование распределения температур в неоднородных ограждающих конструкциях методом конечных элементов..... 90

Никитин К.Е., Смотров Д.Г.

Особенности применения современных расчетных комплексов для проверки устойчивости тонкостенных пологих оболочек..... 93

Поливанова Т.В., Можайкин В.В.

Проектирование систем водоснабжения и водоотведения с использованием автоматизированных средств проектирования..... 97

Михайленко Т.Г.

Расчет суммарных остаточных напряжений от приварки ребер жесткости к стенкам прокатных широкополочных двутавров с помощью программы Mathcad..... 100

Индыкин А.А.

Разработка автоматизированного оптимизационного алгоритма оценки устойчивости откосов грунтовых сооружений на основе эволюционного моделирования..... 105

Булгаков А.Г.

Автоматическое управление мехатронным скользящим комплексом при возведении высотных монолитных зданий и сооружений..... 109

Токмакова Ю.Н.

Алгоритмические и программные средства поддержки диагностики и управления техническим состоянием строительных конструкций..... 117

УДК 624.07:519.6.004

М.С. Барабаш, А.Е. Артамонова

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПК САПФИР

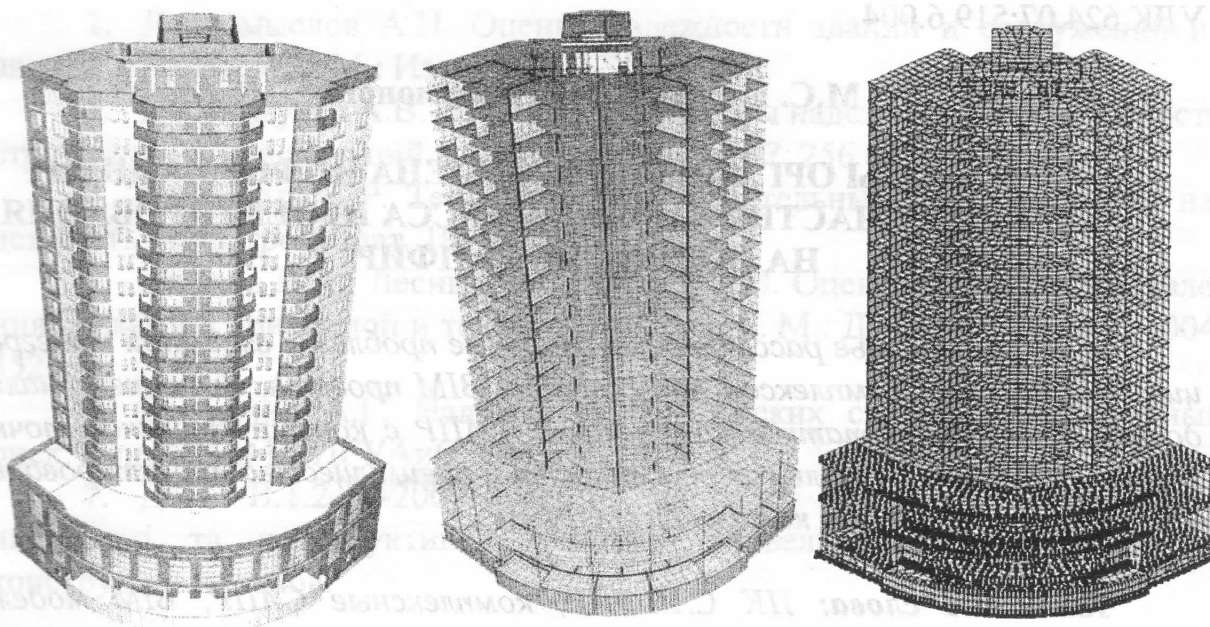
В данной статье рассмотрены основные проблемы взаимной интеграции программных комплексов при создании BIM проекта. Выполнен анализ достоинств и недостатков комплексных САПР с конструкторской точки зрения. Выведены уникальные особенности и преимущества проектирования на основе программного комплекса САПФИР.

Ключевые слова: ПК САПФИР, комплексные САПР, BIM модель, интеграция программных комплексов, программные средства, этапы проектирования.

Все современные архитектурные программные комплексы, такие как ArchiCAD, REVIT, Allplan и др., ориентированы на параметрическое моделирование. Несмотря на это, ни один из них не интегрируется качественно с расчетными программными комплексами, что позволяет подчеркнуть особенность программного комплекса нового поколения САПФИР.

Модель, созданная в любом архитектурном комплексе, как правило, является несовершенной для расчета. Уникальной характеристикой программного комплекса САПФИР является возможность импортировать такую несовершенную модель через IFC-формат, доработать ее в автоматизированном режиме и привести модель к расчетной схеме для последующей передачи в расчетные программные комплексы (рис. 1). После выполнения прочностного расчета, подбора арматуры результаты армирования возвращаются в программный комплекс САПФИР для создания в автоматизированном режиме проектно-конструкторской документации в системе САПФИР-ЖБК.

Программа САПФИР-КОНСТРУКЦИИ является не просто мощным средством решения общих композиционных и графических задач, но еще и укрепляет связь между творческим характером концептуального проектирования и детальной разработкой проекта. С помощью программы САПФИР-КОНСТРУКЦИИ проектировщики могут добиться общего понимания взаимосвязи между композиционной формой и формой здания на протяжении всего рабочего процесса.



а) б) в)

Рис.1. Этапы преобразования модели в ПК САПФИР: а - архитектурная модель; б - аналитическая модель; в - расчетная схема

Понятие комплексных САПР в последнее время получило широкое распространение в архитектурно-строительном проектировании, а также в машиностроении. При этом комплексность может быть разной - комплексность, связанная с автоматизацией всех этапов проектирования от архитектуры до создания смет, акцентированная на подсчет объемов работ с привязкой к нормативам в позициях смет и автоматизацией процесса управления строительством. С другой стороны, весьма актуальной и востребованной является комплексность, направленная на связку архитектурного проектирования и конструирования, которая предусматривает создание в автоматизированном режиме компьютерной модели для подготовки адекватной расчетной схемы и выдачи рабочей конструкторской документации.

Сейчас много пишется о технологии информационного моделирования строительных объектов (BIM-технология). Как правило, при этом основное внимание уделяется общим принципам данной технологии и опыту зарубежных фирм по ее использованию.

Проблема выбора BIM (3D) технологий для проектирования строительных конструкций является актуальной задачей для проектных организаций. Несмотря на стремительное развитие BIM-технологий в реальном проектировании перейти на моделирование всех разделов в одной среде не удастся. Наиболее продвинутым продуктом с точки зрения комплексных САПР по ряду показателей, приведенных в сравнительной таблице, является Autodesk Revit Structure Suite. Но при проведении реального проектирования продукт, к сожалению, в настоящее время не обладает необходимым функ-

ционалом и не выдерживает критики. В плане раздела КЖ достаточно хорошо проработан Allplan Конструирование 2011, но архитекторы, как правило, работают в среде Archicad и поэтому для получения чертежей КЖ приходится конвертировать архитектурную модель по схеме Archicad > IFC > Allplan ЖБ (корректировка геометрии опалубки для расчетной схемы) > ЛИРА-САПР > Allplan ЖБ (армирование опалубки). Схема далеко не идеальна, но решает некоторую часть поставленных задач.

Комплексная САПР, разрабатываемая на основе программных комплексов семейства ЛИРА, интенсивно развивается и нацелена непосредственно на нужды проектировщиков. Она позволяет работать по схеме

Архитектурная программа (Archicad, Allplan и т.д.) > IFC > САПФИР > ЛИРА-САПР > САПФИР-ЖБК.

Каркас здания может создаваться как в любой архитектурной программе, так и в программе САПФИР. При создании каркаса здания в программе САПФИР конструктивные элементы каркаса сразу генерируются со всеми характеристиками типов сечений в соответствии с нормами. В свойствах таких элементов (например, колонн, балок) отображаются геометрические характеристики поперечного сечения объекта, тип материала, длина и многое другое. Здесь же можно задать марку бетона (стали) и пр. Вся эта информация затем автоматически используется в спецификациях. При создании каркаса здания из конструктивных элементов параллельно создается и его аналитическая модель – модель, где архитектурные объекты уже представлены в виде стержней или пластин. В дальнейшем выполняется автоматическая идеализация модели, избавление от мелких архитектурных неточностей, устранение узких мест, которые могут негативно повлиять на триангуляцию и собственно сама триангуляция модели выбранным способом. Во время работы с аналитикой в местах пересечения конструктивных элементов опционально создаются АЖТ, прикладываются все действующие на здание нагрузки, назначаются типы закреплений (граничные условия). Затем аналитическая модель со всей содержащейся в ней информацией передается из САПФИР – (САПФИР-КОНСТРУКЦИИ) в программный комплекс ЛИРА-САПР, где и выполняется дальнейший расчет. По завершении расчета все результаты в виде полей арматуры возвращаются в САПФИР для дальнейшего проектирования и получения рабочих КЖ – чертежей в САПФИР-ЖБК (раскладка арматуры, формирование спецификаций, создание ведомостей деталей и расхода стали в автоматизированном режиме).

Говоря о внедрении BIM-технологии, следует отметить, что даже при различной специфике ее реализации для каждой организации общая схема работы останется неизменной. Следовательно, при выборе комплексной САПР следует обратить внимание на возможности и достоинства предлагаемых BIM-программ с конструкторской точки зрения. При организации технологии интегрирования между архитектурными и расчетными программ-

ными комплексами очень важно получить корректную аналитическую модель, адекватно отображающую свойства и характеристики реального объекта. Анализ корректности аналитической модели с конструкторской точки зрения приведен в таблице.

Анализ корректности (адекватности) аналитической модели

	Autodesk Revit Structure Suite	Nemetschek AllPlan 2012 BIM	САПФИР
Варьируемость параметров конструктивных элементов	+	+	+
Создание сечений конструктивных элементов	-	+	+
Автоматическая генерация абсолютно жестких тел (АЖТ)	-	-	+
Возможность создания расчетных моделей капителей	-	-	+
Графическое задание нагрузок, формирование загрузений	+	-	+
Автоматический сбор ветровой нагрузки	-	-	+
Задание граничных условий	+	+	+
Моделирование процесса возведения (монтаж)	-	-	+

Рассмотрев все этапы проектирования зданий и сооружений, САД-системы и программные комплексы, используемые при этом, можно сделать вывод, что при таком их разнообразии обмен данными между ними становится нетривиальной задачей. Если предположить даже в упрощенном виде, что на каждом этапе проектирования используется только одна САД-система или программный комплекс, то и тогда получаем минимум семь разных программных средств, используемых на этапе проектирования здания и в процессе управления строительством. Но в реалиях современной жизни при разработке больших проектов, как правило, задействованы несколько проектно-исследовательских организаций, проектные институты, архитектурные организации, генподрядчик, подрядчики и субподрядчики выполнения строительства. Гарантий, что все участники проекта на соответствующих этапах проектирования используют одни и те же программные средства, нет. В качестве примера можем рассмотреть один из завершающих этапов проектирования объекта строительства – создание сметно-финансовой документации. Этот этап завершает весь процесс проектирования и продолжается параллельно с этапом управления строительством до сдачи объекта в эксплуатацию. Во время всего этапа минимум ежемесячно создаются отчеты о выполненных работах, израсходованных материалах, сводятся балансы перерасхода или

экономии с учетом текущих цен на ресурсы и т.д. Указанные документы предоставляются главной проектной организации непосредственно подрядчиками, которые выполняют работы по возведению объекта строительства. Если объект строительства достаточно большой, то подрядчик может распределять некоторые работы между субподрядчиками, и тогда они передают отчеты о выполненных работах подрядной организации, а она, в свою очередь, проектной. Как видим, в создании сметно-финансовой документации участвуют две и более организации, и каждая из них может использовать отличающиеся между собой программные средства.

Как уже отмечалось, рынок информационных технологий в настоящее время насыщен специализированными программными средствами для автоматизации отдельных этапов проектирования зданий и сооружений. Каждое из них имеет свою модель представления объекта строительства и оперирует теми атрибутами элементов модели, которые необходимы для решения задач автоматизации определенного этапа проектирования строительного объекта.

Интеграция между упомянутыми программными средствами в основном, обеспечивается путем обмена файлами экспорта/импорта. Чаще всего это файлы формата DXF, которые практически обеспечивают передачу только геометрических параметров объекта в виде простых графических примитивов и их блоков. Элементы модели и их атрибуты при этом теряются. Только лидеры среди программных средств САПР, такие как ArchiCAD, Revit, имеют возможности более глубокой интеграции, но и они не обеспечивают обмен между собой всеми необходимыми данными.

Особенностью проблемы интеграции является большое количество разнообразных моделей представления данных об объекте строительства на разных этапах проектирования. В таких условиях задача интеграции различных программных комплексов, с учетом особенностей архитектурно-строительного проектирования и основных общесистемных принципов САПР (включение, системного единства, развития, комплексности, информационного единства, совместимости, инвариантности, унификации и стандартизации), является достаточно сложной задачей.

Проектирование, строительство и эксплуатация здания – это обычно очень сложный процесс, который требует тесного сотрудничества специалистов, работающих в разных областях. Схема, представленная на рисунке 2, отражает возможных участников процесса строительства, включая владельца здания, застройщиков, подрядчиков, инженеров, специалистов по организации производства и, конечно, архитекторов. Архитектор играет одну из главных ролей в этой иерархии, т. к. он единственный, кто постоянно должен предоставлять информацию о текущем статусе проекта для всех остальных участников. Если архитектурная фирма не приспособлена к такой форме обмена информацией и сотрудничества, ее не будут допускать в большие проекты. BIM-технология предоставляет довольно рациональную и автоматизи-

рованную компьютерную систему для строительной промышленности. При использовании BIM-модели на практике не только архитектор выигрывает от использования виртуального проекта. Владелец и другие участники проекта также получают ряд преимуществ.

Понятие BIM проекта позволяет перейти от «среды, основанной на отдельных файлах» к «единой среде данных».

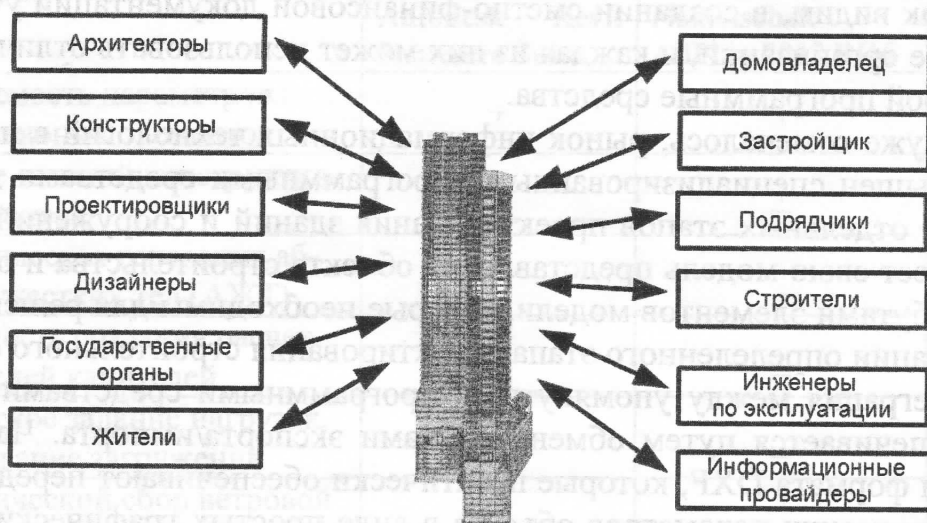


Рис. 2. Участники сотрудничества на основе информационной модели здания

Итак, до последнего времени концепция автоматизации труда конструктора базировалась на принципах геометрического моделирования и компьютерной графики. Такое положение не удовлетворяет современным требованиям к автоматизации. Сейчас необходима комплексная компьютеризация инженерной деятельности на всех этапах жизненного цикла объекта строительства, которая получила название CALS (Computer Aided Life-cycle System) технологии. Традиционные САПР с их геометрическим, а не информационным ядром не могут явиться основой для создания таких систем. Сегодня каждый строительный объект в процессе своего жизненного цикла должен представляться в компьютерной среде в виде иерархии информационных моделей, составляющих единое целое и имеющих соподчиненность.

Таким образом, развитие специализированных программных средств автоматизации проектных работ идет двумя путями — эволюционным и революционным. Эволюционно расширяются функциональные возможности продуктов, автоматизирующих каждый этап процесса проектирования в отдельности, расширяются и совершенствуются возможности CAD-систем. Но революцией можно назвать появление BIM-технологий, позволяющих использовать для хранения инженерных данных (чертежей, трехмерных моделей, списков материалов и т. д.) не файловые структуры, а стандартные базы данных SQL-типа. В результате инженерная информация структурируется, и управлять ею гораздо проще.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабаш М.С., Бойченко В.В., Палиенко О.И. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР. Киев: Сталь, 2012. 485 с.
2. Барабаш М.С., Левченко О.В. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. Київ: КНУБА, 2012. Вип. 29. С.187 – 196.
3. Барабаш М.С., Медведенко Д.В., Палиенко О.И. Программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР – основа отечественных ВІМ-технологий: монография. 2-е изд..М.: Юрайт, 2013. 366 с.

М.С. Барабаш, канд. техн. наук, доц. кафедры компьютерных технологий строительства Национального авиационного университета (Украина)
(bmari@sofos.com.ua)

А.Е. Артамонова, инженер ТОВ «ЛИРА САПР» (Украина)
(artamonova@liraland.com.ua)

M.S. Barabash, A.I. Artamonova

ORGANIZATION METHODS OF INFORMATION INTERCHANGE BETWEEN MEMBERS OF DESIGN PROCESS ON PC SAPFIR BASE

In given article are considered the main problems of program complex mutual integration during creation of BIM design. The analysis of complex CAD systems advantages and disadvantages was carried out from engineering point of view. Unique features and qualities of designing on PC SAPFIR base was drawn.

Keywords: PC SAPFIR, complex CAD systems, BIM model, integration, software, design stages.

M.S. Barabash, Candidate of Technical Science, Associate Professor of Computer Technologies in Construction Chair of National Aviation University (Ukraine)
(bmari@sofos.com.ua)

Artamonova A.I., engineer, LLC «LIRA SAPR» (Ukraine)
(artamonova@liraland.com.ua)