

УДК 519.6:624.014

**Чудинов Юрий Николаевич**

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Россия, Комсомольск-на-Амуре

Кафедра «Информационная безопасность автоматизированных систем»

Доцент

E-Mail: cits\_knastu@bk.ru

## **Совместное применение программ «Ли́ра-СА́ПР», «Са́пфир» и «Advance Steel» для моделирования работы зданий на винтовых сваях**

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам, связанным с разработкой технологии автоматизированного проектирования зданий на винтовых сваях, использующей информационное моделирование. Предлагаемая технология предполагает создание интегрированной BIM-системы с применением программ «Ли́ра-СА́ПР», «Са́пфир» и «Advance Steel». Рассматриваются основные проблемы, возникающие в процессе разработки этой технологии.

**Ключевые слова:** BIM-технологии; винтовые сваи; совместная работа зданий с основанием.

На Дальнем Востоке в настоящее время широко распространено строительство каркасных зданий различного назначения, выполненных из металлических конструкций. По ряду причин (из-за сложных грунтовых условий, плотности застройки) такие здания часто проектируются на свайных фундаментах. Для легких каркасных зданий все большую популярность приобретает применение винтовых свай. К стандартным достоинствам свайных фундаментов – сокращению сроков строительства, снижению трудоемкости и уменьшению объемов работ, винтовые сваи добавляют дополнительные преимущества – значительное снижение материалоемкости фундаментов, повышение производительности труда, возможность передачи нагрузки на фундамент практически сразу после завершения свайных работ.

После наводнения 2013 года в Хабаровском крае принято решение – практически все малоэтажное жилье для пострадавших от затопления строить на винтовых сваях. Начато широкомасштабное строительство таких объектов. Но в настоящее время проектные решения для такого класса зданий обычно принимаются на основании отдельных расчетов надземной части зданий и фундаментов, а иногда конструктивные решения вообще принимаются без расчетного обоснования. Проектные решения, получаемые при использовании стандартной технологии (по плоским расчетным схемам) очень часто являются не просто неэкономичными и неэффективными, но в ряде случаев могут оказаться принципиально неверными. Особенно сказываются недостатки расчетов зданий по плоским расчетным схемам в случае сложных грунтовых условий и при проектировании зданий в сейсмоопасных районах.

Актуальность расчетов на сейсмические воздействия также во многом повысилась в последние годы в связи с изменением карты сейсмического районирования России. Был введен новый свод правил СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», формально заменивший ранее существовавший нормативный документ СНиП II-7-81\*. Согласно новому своду правил значительно расширилась площадь районов, относящихся к сейсмоопасным, а также ужесточились требования к проектированию в сейсмоопасном районе.

В тоже время в последнее время все большее и большее развитие получают технологии информационного моделирования зданий и сооружений, так называемые BIM-технологии (Building information modeling), использующие 3D моделирование. В основе технологии BIM лежит концепция объектно-ориентированного параметрического проектирования (моделирования) зданий. И это параметрическое моделирование является одной из тех принципиальных особенностей, которые отличают BIM-программы от всех остальных CAD-систем проектирования, как бы они при этом не назывались. BIM-технологии подразумевают создание информационной модели здания (сооружения), эффективно применяемой не только в процессе проектирования и строительства, но и на протяжении всего жизненного цикла объекта. BIM-технологии это принципиально новый подход в архитектурно-строительном проектировании, заключающийся в создании компьютерной модели нового здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте.

Реализация на практике BIM-технологии подразумевают одновременное согласованное использование не одной, а двух и более программ при разработке информационной модели здания. Одним из мировых лидеров в этом направлении можно признать компанию AutoDESK, разработавшую целую линейку программ комплексно решающих задачи информационного моделирования – Revit, Robot, NavisWorks и другие. Но одной из самых больших проблем для применения зарубежных программ в России является отсутствие в большинстве из них библиотек (компонентов), соответствующих российским нормам. Поэтому хотя целый ряд проектных организаций в нашей стране применяет продукты зарубежных компаний AutoDESK, Nemetschek и ряда других, проблема адаптации под российские стандарты до сих пор остается по сути нерешенной.

Как следствие, более оптимальным решением для поставленной задачи разработки технологии автоматизированного проектирования зданий на винтовых сваях видится применение продуктов компании Лира-САПР, а конкретно связки программ «Ли́ра-САПР» и «Сапфир». По широте применения в проектной практике для расчета строительных конструкций в России с программным комплексом «Ли́ра-САПР» могут посоперничать разве только ПК «Stark ES» и ПК «SCAD Office». Но есть одна важная причина по которой все больше и больше проектировщиков отдают свое предпочтение «Ли́ре-САПР» - это бурно развивающаяся программа «Сапфир», успешно реализующая основные принципы BIM-технологий. Если первоначально «Сапфир» представлял простой предпроцессор, позволяющий эффективно подготавливать параметрические расчетные схемы для модуля «Ли́ра-Визор», то сейчас эта программа решает целый ряд задач. Основные – это создание полноценной 3D модели здания (с возможностью экспорта в другие модули, обеспечивающие выпуск полного комплекта проектной документации), автоматизированное создание архитектурно-строительных чертежей, чертежей металлоконструкций и железобетонных конструкций.

Между программами «Ли́ра-САПР» и «Сапфир» существуют полноценный обмен информацией в двух направлениях. Созданная в «Сапфире» 3D модель здания экспортируется в модуль «Ли́ра-Визор» и там выполняются статические, динамические и конструктивные расчеты. В случае необходимости корректировки исходной модели, выполняется обратный экспорт из «Ли́ра-Визор» в «Сапфир», дальнейшая корректировка модели и обратная передача в «Ли́ру-Визор». Помимо единой технологической цепочки, здесь также решается одна из главных проблем в проектировании, связанная с коллизиями. При выполнении проектной документации в виде плоскостных чертежей всегда существует вероятность ошибок-коллизий, когда происходит наложение конструкций, разрывы и т.п. Особенно это является актуальным, если конструкции собираются из отдельных элементов. Самый наглядный пример – быстровозводимые здания из легких стальных тонкостенных конструкций.

В связи с этим, одним из наиболее актуальных вопросов является проблема разработки технологии автоматизированного проектирования зданий, возводимых на винтовых сваях, с целью получения наиболее экономичных и эффективных решений.

Для решения этой задачи предлагается разработать технологию, основанную на информационном моделировании (BIM-технологии) каркасных зданий на винтовых сваях с применением ПК «Ли́ра-САПР», «Сапфир». Технология предполагает следующий алгоритм действий. Создание 3D модели здания производится в программе «Сапфир» с дальнейшим экспортом в ПК «Ли́ра-САПР», где в дальнейшем выполняется статический и конструктивный расчет. Получение рабочих чертежей стадий Р, КМ и КМД, осуществляется при помощи «Advance Steel», куда и передается модель после её расчета в ПК «Ли́ра-САПР», при этом важно отметить, что процесс передачи имеет ряд специфических сложностей связанных с различными наименованиями эквивалентных профилей в базах программ. Данная технология предполагает двухстороннюю связь программ с возможностью полноценной передачи информации.

При реализации данной технологии на практике возникает еще одна проблема, связанная с расчетом винтовых свай по материалу. В первую очередь это связано со сложной геометрией винтовых свай (особенно лопасти). На практике применяется методика расчета лопасти винтовой сваи по прочности, как круглой плоской плиты на упругом однослойном основании с коэффициентом жёсткости, зависящим от материала лопасти. Но эта методика не учитывает реальную геометрию формы лопасти, а также многообразие этих форм. Также одним из важных вопросов является автоматизация процесса подбора сечений ростверков и узлов сопряжения фундаментов с колоннами.

Кроме того особенно важным для винтовых свай является расчет на горизонтальные нагрузки. Обычно ствол винтовых свай выполняют из тонкостенных стальных труб, заполненных теплоизоляционным материалом.

Предлагаемая технология автоматизированного проектирования была частично апробирована при выполнении проектных работ для объектов в г.Сусуман Магаданской области. В соответствии с СП 50-102-2003 работу винтовых свай при расчете по прочности материала сваи допускается моделировать отдельными стержнями, жёстко защемлёнными в грунте в сечении, расположенном на определенном расстоянии от подошвы ростверка. Но сравнение результатов расчетов каркасных зданий, выполненных в пространственной постановке с учетом взаимодействия с грунтом и результатов расчета отдельных свай по стандартной методике показало, не только большое численное расхождение результатов, но в ряде случаев и изменение характера работы свай.

При выполнении данного проекта пришлось столкнуться с еще одним специфичным вопросом, актуальным для территории Дальнего Востока - строительство на вечномёрзлых грунтах, который необходимо учесть в дальнейшем при разработке новой технологии проектирования.

**Yuri Chudinov**

Komsomolsk-on-Amur state technical University

Russia, Komsomolsk-on-Amur

E-Mail: [cits\\_knastu@bk.ru](mailto:cits_knastu@bk.ru)

## **Joint application programs "Lira-CAD", "Sapphire" and «Advance Steel» for modeling operation of buildings on screw piles**

**Abstract.** The article is devoted to issues related to the development of technology-aided design of buildings on screw piles, using information modeling. The proposed technique involves the creation of an integrated system with VIM application programs "Lira-CAD", "Sapphire" and «Advance Steel». The main issues arising in the development of this technology.

**Keywords:** VIM-technology; screw piles; teamwork building a base.