

УДК 624.04:69.059

канд. техн. наук, професор Банах В.А., Федченко А.И.,
Запорожская государственная инженерная академия

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ БАЗ ДАННЫХ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Показана возможность использования геоинформационных систем для сопровождения объектных баз данных, включающих расчетные модели. Приведены примеры практического использования.

Ключевые слова: расчетные модели, сложные инженерно-геологические условия, информационная модель здания, базы данных, геоинформационные системы

Актуальность проблемы. Из последних достижений в области глобальных строительных технологий следует особо отметить применение геоинформационных систем (ГИС), причем в данном исследовании рассматривается возможность их применения для упорядочения информационной базы, накопленной по каждому из эксплуатируемых объектов городской застройки, включающей в себя, в том числе, и расчетные модели.

Освоение и развитие городских территорий относится к разряду сложных комплексных процессов, требующих привлечения больших материальных и кадровых ресурсов. Наиболее интенсивно такое развитие происходило в периоды индустриализации и массовой застройки городских территорий типовыми зданиями. Города развивались за счет освоения прилегающих к ним земель, как правило, наименее пригодных для сельского хозяйства и наиболее пригодных для строительства.

За прошедшее время ситуация в развитии городских территорий несколько раз коренным образом менялась: вначале новое строительство практически не велось, основные объемы работ были связаны с реконструкцией и перепрофилированием отдельных помещений и зданий в целом, был период интенсивного нового строительства, когда развитие городских территорий стало происходить за счет уплотнения существующей застройки, а также реконструкции и освоения считавшихся ранее непригодными для строительства территорий, расположенных в городской черте.

В таких условиях актуальным является наличие информации о конструктивных схемах зданий, их расчетных моделях, фундаментах, грунтовых основаниях, условиях эксплуатации, уровне грунтовых вод, результатах обследований, если таковые проводились, – всей той информации, которой будет доста-

точно для того, чтобы осуществить плановые эксплуатационные мероприятия, сделать вывод о возможности проведения той или иной реконструкции, составить прогноз остаточного ресурса строительного объекта.

Такая же информация необходима и при проектировании строительства в границах существующей застройки, когда нужно учитывать возможные изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) оснований и строительных конструкций существующих зданий, особенно в период возведения новых объектов. Но, как показывает практика, даже для зданий, построенных в период массового строительства по типовым сериям, спустя несколько десятков лет эксплуатации рабочую документацию на них найти практически невозможно, в основном из-за отсутствия системы дублирования хранения архивных материалов. Таким образом, назрела насущная необходимость в централизованном сборе и хранении информации об объектах городской застройки.

Состояние вопроса. Применением ГИС к информационному обеспечению задач городского строительства и хозяйства в настоящее время занимаются соответствующие службы практически всех муниципалитетов и специализированных организаций. Вопросами систематизации процессов технического обследования зданий и сооружений, их статических и динамических расчетов, эксплуатационной надежности строительных объектов, изучением жизненного цикла зданий занимались многие ведущие отечественные и зарубежные ученые, в том числе проблемами моделирования зданий и сооружений с учетом подробности описания, включая стадию их эксплуатации и реконструкции, интеграцией систем автоматизированного проектирования с использованием технологий информационного моделирования занимались М. С. Барабаш, А. С. Городецкий, А. А. Дыховичный, А. В. Перельмутер, В. В. Талапов и другие [1–6].

Цель исследования: обосновать влияние предварительных деформаций на напряженно-деформированное состояние (НДС) конструкций при помощи теоретического аппарата МКЭ и предложить алгоритмы их учета при моделировании взаимодействия зданий и сооружений с грунтовыми основаниями в сложных инженерно-геологических условиях.

Материалы исследования. Исследования были ориентированы на выполнение правительственных и ведомственных директив, в соответствии с которыми обеспечивается проведение паспортизации производственных, жилищно-гражданских объектов, инженерно-технических сооружений и инженерных сетей, а также объектов другого назначения, с целью составления реестра зданий, сооружений и инженерных сетей, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

Современный период, связанный с интенсивным развитием информационных технологий, характеризуется появлением принципиально нового подхо-

да в архитектурно-строительной практике, заключающегося в создании компьютерной информационной модели здания или сооружения, несущей в себе все сведения о строительном объекте.

Причиной возникновения такой технологии является необходимость получения, оформления, фиксации и пополнения информации о каждом строительном объекте для получения оперативных данных при принятии управленческих, маркетинговых, технических (в том числе и конструктивных) и технологических решений. При этом поток информации не прекращается на протяжении всего жизненного цикла объекта, поскольку после стадий проектирования и возведения он вступает в стадию эксплуатации, начинается активная фаза его взаимодействия с другими объектами и окружающей средой [6].

Так что возникшая в результате реакции на сложившееся положение концепция информационного моделирования здания или сооружения и накопления информационных массивов – это не только новый подход к проектированию и эксплуатации строительных объектов, но и первый шаг создания строительных экспертных систем, которые позволят в недалеком будущем осуществлять оперативное управление всеми процессами: предпроектными проработками, проектированием, возведением с осуществлением контроля за ним, эксплуатацией, мониторингом технического состояния с принятием оперативных решений по текущим и капитальным ремонтам, реконструкции, восстановлению эксплуатационных качеств, прогнозированием поведения объекта, в том числе и при возможных аварийных ситуациях.

Это также и принципиально иной подход к вопросам городского и коммунального хозяйства, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую составляющую, к управлению окружающей нас средой обитания и ее рациональному использованию.

Новый подход к информационному обеспечению жизненного цикла зданий и сооружений от стадии проектирования до стадии демонтажа объектов по истечении срока их эксплуатации или аварийных ситуаций и ликвидации их последствий, получил название «информационное моделирование зданий» (BIM, от англ. Building Information Modeling).

Подход к обеспечению жизненного цикла зданий и сооружений через их информационное моделирование предполагает прежде всего сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, в том числе и расчетной, технологической, эксплуатационной, экономической и иной информации о здании (сооружении) со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание (сооружение) и все, что имеет к нему отношение, рассматривается как единый объект. Правильное определение этих взаимосвязей, а также их точная классификация, хорошо организованное струк-

турирование и достоверность используемых данных – обязательные условия информационного моделирования [6].

Технологию информационного моделирования зданий и сооружений в настоящее время принято рассматривать в контексте нового проектирования. Однако в условиях крупных городов с развитой инфраструктурой или стагнации строительного производства на первое место выходит реконструкция и реставрация имеющихся зданий и сооружений. Эта сторона использования новой технологии недостаточно реализована и недооценена, хотя первые попытки применения BIM к существующим строительным объектам были практически одновременно с широким внедрением информационного моделирования проектируемых зданий и сооружений.

При этом очевидны преимущества BIM перед традиционным подходом, которые заключаются в возможностях моделирования изменений в конструктивной системе зданий и сооружений, проектирования их переоснащения новым инженерным оборудованием, приведения их эксплуатационных характеристик до современного уровня нормативных и эксплуатационных требований, мониторинга текущего состояния строительных объектов (рис. 1), что особенно важно для памятников архитектуры и аварийных объектов с точки зрения своевременного принятия мер по их реставрации и восстановлению, грамотной эксплуатации существующих объектов [6].

Таким образом, для комплексного решения проблем, связанных с эксплуатацией зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, рационально использовать базы данных строительной документации с привязкой к строительным объектам на базе ГИС, используя опыт и наработки технологии BIM. Формирование таких баз данных в первую очередь необходимо в населенных пунктах, расположенных в сложных для строительства условиях, для аварийных и деформированных зданий и сооружений, распространяя затем эту технологию на все здания и сооружения классов последствий (ответственности) СС2 и СС3. В дальнейшем возможен переход от систем хранения и управления базами данных о строительных объектах на основе геоинформационных технологий к экспертным системам, совмещающим эти функции с управлением проектированием, возведением и эксплуатацией самого здания или сооружения [1–2].

В настоящее время не решена задача комплексного хранения всей накопленной информации о строительном объекте за период его эксплуатации. Все эти работы можно эффективно выполнить с использованием ГИС, которые сочетают в себе возможности работы с графическими изображениями, например, картами или планами, и реляционными базами данных, в которых можно организовать хранение любого количества информации об объектах на местности.

Основная отличительная особенность ГИС от систем автоматизированного проектирования и систем управления базами данных – наличие мощных аналитических возможностей. Это дает возможность, кроме хранения полной информации о зданиях, вводить в базы данных их расчетные модели, и при изменении условий эксплуатации (реконструкция, изменение назначения, перепланировка, неравномерные деформации грунтовых оснований, аварийные ситуации и др.) – выполнять расчеты скорректированных моделей и накапливать информацию, позволяющую прогнозировать дальнейшую эксплуатацию.



Рис. 1 – Пример использования BIM и потенциальные возможности отображения информации о здании (источник [Бауск А. Е. Менее оптимистичный взгляд на BIM / А. Е. Бауск : [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14092.], подложка взята из примеров Autodesk Revit Structure)

Такой подход в ближайшем будущем даст возможность при значительных объемах накопленной информации об объекте перейти к интеллектуальным экспертным системам, осуществляющим непрерывный мониторинг и прогнозирование технического состояния такого объекта. Необходимо обоснование возможности использования ГИС для сопровождения баз данных строительных объектов, включающих их расчетные модели, для комплексного анализа НДС их конструкций на протяжении жизненного цикла и прогнозирования дальнейшей эксплуатации.

Таким образом, к настоящему времени назрела настоятельная необходимость создания универсальной комплексной базы данных об эксплуатируемых

объектах, которые содержат административные и географические привязки, конструктивные характеристики, вложенный проект или, как минимум, документацию Бюро технической инвентаризации (БТИ), информацию обо всех типовых и индивидуальных конструкциях, инженерных сетях, инженерно-геологических изысканиях, технические заключения о возможности реконструкции, о техническом состоянии здания в целом и отдельных его элементов, акты комиссий, результаты обследований, а также расчетные модели.

Наличие подробных расчетных моделей позволит при выполнении любых мероприятий по эксплуатации и реконструкции объекта правильно оценить возможность таких действий, вероятные последствия, спрогнозировать его дальнейший жизненный цикл и оценить резервы несущей способности его конструктивных элементов.

Естественно, наличие такой базы данных предполагает географическую привязку, что становится возможным при использовании геоинформационных технологий и систем. Нередко при выполнении обследования, в основном для того, чтобы сделать правильные выводы о влиянии реконструкции или других факторов на здание в целом, прибегают к анализу первоначальной конструктивной схемы.

Одной из особенностей предлагаемой методики является формирование информационной системы «Реестр аварийных и деформированных строительных объектов». При этом основными принципами, на которых строится эта информационная система, являются следующие:

- применение современных технологий обследований, мониторинга и оценки технического состояния зданий и сооружений, эксплуатируемых в сложных инженерно-геологических условиях;
- применение современных информационно-коммуникационных и геоинформационных технологий, а также профессионального программного обеспечения;
- адресно персонифицированный учет аварийных, деформированных, находящихся в процессе активных деформаций, дефектных и имеющих отклонения от режима нормальной эксплуатации строительных объектов;
- взаимодействие с главным реестром аварийноопасных зданий и сооружений Украины, другими реестрами Минрегионстроя Украины, государственных территориальных администраций, других организаций и ведомств;
- конфиденциальность и защита персонифицированных данных, соблюдение авторских прав и защита интеллектуальной собственности.

Основными базами данных, формирующими базу «Реестра аварийных и деформированных строительных объектов», являются следующие (см. рис. 2):

- главный реестр аварийноопасных зданий и сооружений по регионам

Украины;

– адресно персонифицированные территориальные базы данных деформированных и находящихся в процессе активного деформирования объектов строительства;

– адресно персонифицированные территориальные базы данных строительных объектов с дефектами, полученными в процессе строительства, эксплуатации и реконструкции;

– адресно персонифицированные территориальные базы данных «Обследование строительных объектов», «Мониторинг технического состояния зданий и сооружений», «Паспорта технического состояния строительных объектов»;

– адресно персонифицированные территориальные базы данных объектов незавершенного строительства, позволяющие определить потенциально проблемные здания и сооружения при завершении их строительства;

– адресно персонифицированные территориальные базы данных нарушений процессов строительства и эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла зданий и сооружений, формируемые в региональных органах архитектурно-строительного контроля и экспертизы;

– территориальные базы данных о факторах риска, формируемых в региональных управлениях Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) и государственных службах по надзору в сфере защиты прав потребителей (ЗПП);

– территориальные базы данных государственной статистической отчетности, формируемой в территориальном органе службы государственной статистики.

При создании и использовании таких баз данных, в соответствии с законодательством Украины, необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

– доступ к обработке данных, относящихся к техническому состоянию строительных конструкций зданий и сооружений, допускается в случае, если эти данные требуются в практических целях лицу, профессионально занимающемуся строительной деятельностью и обязанному в соответствии с законодательством Украины нести персональную ответственность за соблюдение авторских прав и защиту информации, либо в случае, если обработка данных, относящихся к состоянию объектов строительства, необходима для защиты жизни и здоровья людей или предотвращения ситуаций, влекущих моральные или материальные потери;

– доступ к данным и работа с ними производится на основании существующих и разрабатываемых регламентов, утверждаемых в соответствии с законами Украины;

– производится обязательный учет и регистрация всех действий с адресно персонифицированными данными, производимых пользователями системы адресного учета;

– вся адресно персонифицированная информация территориальных баз данных обрабатывается для целей статистического анализа в территориальном органе службы государственной статистики.

Юридические и физические лица, владеющие адресно персонифицированной информацией о техническом состоянии строительных объектов, получающие и использующие ее, несут ответственность в рамках существующего законодательства Украины о нарушении режима защиты, обработки и порядка использования этой информации.



Рис. 2 – Базы данных, формирующие базу «Реестра аварийных и деформированных строительных объектов»

В предлагаемой концепции «Реестр аварийных и деформированных строительных объектов» содержит данные о зданиях и сооружениях, которые пребывают в деформированном, неудовлетворительном техническом или аварийном состоянии, независимо от их ведомственной принадлежности и формы собственности. Технически реестр предполагается реализовать в виде компьютерной базы данных, который ведется специализированной структурой. Единичной записью реестра является набор реквизитов-характеристик по аналогии с Паспортом технического состояния одного здания (сооружения). Основной структуры и содержания реестра, а значит, и соответствующей компьютерной базы данных, является структура Паспорта технического состояния. В ре-

еєстр заносяться Паспорта деформированных и находящихся в неудовлетворительном техническом или аварийном состоянии. Зафиксированные в реестре паспортные характеристики объекта актуализируются при поступлении официальных данных об их изменении (вплоть до удаления объекта из реестра аварийных и деформированных строительных объектов).

Программное обеспечение для создания и ведения реестра на основе ГИС предоставляет возможность включить объект в реестр, исключить его оттуда, постоянно поддерживать реестр в актуальном состоянии, находить и представлять для пересмотра паспортные данные о нужном объекте, отбирать и группировать объекты по заданным признакам, вычислять сводные количественные характеристики этих выборок и формировать соответствующие выходные документы.

Участникам градостроительного процесса и зарегистрированным клиентам периодически и по их отдельным заказам предоставляется информация относительно состава и содержания реестра, отобранная и сгруппированная в соответствии с их текущими потребностями – полная или выборочная, подробная или обобщенная.

В соответствии со структурой Паспорта технического состояния здания (сооружения), показатели реестра группируются по таким группам:

- общие данные о структуре, которой принадлежит здание (сооружение);
- общие сведения о собственно здании (сооружении);
- техническое состояние здания (сооружения), в том числе состояние его оснований и конструктивных элементов, инженерного оборудования, обнаруженные деформации, дефекты и повреждения и сроки их устранения, предложения относительно дальнейшей эксплуатации;
- подробные расчетные модели в случае их наличия.

Выводы:

1. Для комплексного решения проблем, связанных с эксплуатацией зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, рационально использовать базы данных строительной документации с привязкой к строительным объектам на базе ГИС, используя опыт и наработки технологии BIM. Формирование баз данных о строительных объектах в первую очередь необходимо в населенных пунктах, расположенных в сложных для строительства условиях, для аварийных и деформированных зданий и сооружений.

2. Необходим централизованный сбор и хранение информации об объектах городской застройки, особенно эксплуатируемых в сложных условиях. Источником такой информации может стать ГИС, в базе данных которой накапливаются сведения о техническом состоянии объектов, инженерно-геологических условиях площадки, особенностях и проблемах эксплуатации,

реконструкції і т. п.

3. Для достовірного прогнозування наслідків дальньої експлуатації, реконструкції і запобігання аварійних ситуацій, в базу даних об'єктах городської застройки необхідно включати розрахункові моделі, дозволяючі виконати коректний розрахунок.

Література

1. Барабаш М.С. Методи автоматизації моделювання і аналізу властивостей проектуваного об'єкта / М. С. Барабаш // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение : сборник научных трудов.* – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – Вып. 47. – С. 52–58.

2. Городецкий А.С. Концепция интеграции систем автоматизированного проектирования с использованием технологии информационного моделирования / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш // *Нові технології в будівництві.* – 2011. – № 1 (21). – С. 67–70.

3. Городецкий А.С. Компьютерные модели конструкций / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К. : Издательство «Факт», 2005. – 344 с.

4. Дыховичный А.А. Модели строительных конструкций и их идентификация : дис. ... доктора техн. наук : 05.23.01 / Дыховичный Александр Александрович. – К., 1995. – 322 с.

5. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – М. : Изд-во АСВ, 2011. – 736 с.

6. Талапов В.В. Применение BIM к существующим зданиям / В.В. Талапов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14159.

Анотація

Показано можливість використання геоінформаційних систем для супроводження об'єктних баз даних, включаючи розрахункові моделі. Наведені приклади практичного застосування методики.

Ключові слова: розрахункові моделі, складні інженерно-геологічні умови, інформаційна модель будівлі, бази даних, геоінформаційні системи

Abstract

The possibility of using of the geo-information systems for tracking the objective data bases including calculation models is shown. Examples of practical use are given.

Keywords: calculation models, difficult engineer-geological conditions, building information model, databases, geoinformation systems