

УДК 004.9+699.841

DOI: 10.38054/IAEEE-202302

## ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЙСМОСТОЙКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Борель И.В.<sup>(1)</sup>, Иванова Ж.В.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> ФГБОУ ВО ПГУПС, г. Санкт-Петербург, alekseevpgb@gmail.com

***Аннотация:** в статье рассмотрена возможность использования BIM-технологий при анализе зданий различного назначения на сейсмостойкость. Приведен пример графического анализа, при различной сейсмической интенсивности.*

***Ключевые слова:** BIM-технологии, моделирование, сейсмическая интенсивность, анализ, сейсмостойкость.*

## APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGY IN EARTHQUAKE-PROOF CONSTRUCTION

Borel I.V.<sup>(1)</sup>, Ivanova Zh.V.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> PGUPS, Saint Petersburg, alekseevpgb@gmail.com

***Abstract:** The article considers the possibility of using BIM-technology in the analysis of buildings of various purposes for seismic resistance. An example of a graphical analysis, with different seismic intensities is given.*

***Key words:** BIM-technologies, modeling, seismic intensity, analysis, seismic resistance.*

## СЕЙСМОТУРКУУ КУРУЛУШТА BIM-ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КОЛДОНУУ

Борель И.В.<sup>(1)</sup>, Иванова<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> ПГУПС ТАГЫ ФГБУ, г. Санкт-Петербург, alekseevpgb@gmail.com

***Аннотация:** Макалада сейсмикалык туруктуулук үчүн ар кандай максаттар үчүн имараттарды талдоодо BIM-technologies колдонуу мүмкүнчүлүгү каралат. Ар кандай сейсмикалык интенсивдүүлүк үчүн графикалык анализдин мисалы келтирилген.*

***Өзөктүү сөздөр:** BIM-технологиялары, моделдөө, сейсмикалык интенсивдүүлүк, анализ, сейсмикалык туруктуулук.*

В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению внедрения информационных технологий как в практику строительства, так и в исследовательские работы. Являясь технологическим процессом, информационное моделирование зданий (Building Information Model, BIM), предоставляет специалистам в области строительства инструменты для планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов различного назначения. Данные технологии позволяют значительно улучшить сотрудничество и координацию между участниками проекта, и тем самым, сделать более простым и эффективным процесс принятия решений на протяжении всех этапов жизненного цикла объекта.

Ключевой особенностью BIM-технологий, является, возможность создавать и хранить цифровую модель здания еще до того, как физическое здание начнет существовать. Это позволяет выявлять любые потенциальные проблемы проектирования, строительства или эксплуатации [1-3].

Возможности моделирования наиболее опасных, как для жизнедеятельности людей, так и элементов конструкций и сооружений в целом, процессов, к которым относятся и сейсмические воздействия, позволяют при использовании современных информационных технологий просчитывать различные ситуации тем самым способствуя минимизации ожидаемых рисков и потерь на всех этапах жизненного цикла рассматриваемых объектов.

Это особенно актуально при проектировании зданий, возводимых в сейсмически опасных районах, так как позволяет непосредственно в процессе проектирования проводить анализ их сейсмостойкости моделируя сейсмические воздействия и при необходимости вводить изменения в проект с целью повышения их сейсмоустойчивости.

Рассмотрим пример использования BIM-технологий при проектировании здания на различные уровни сейсмической интенсивности. На рис. 1, представлена модель симметричного здания, содержащая компоненты 3-D модели.



Рис. 1. Смоделированный объект исследования [4, стр. 3]

Данная модель экспортируется в специализирующее программное обеспечение OpenSees для дальнейшего расчета, затем геометрические свойства объекта сочетаются со структурой, полученной в результате серии нелинейных динамических анализов для заданных наборов движений грунта при заданных уровнях сейсмической интенсивности от 0 до 2,4g [4].

Информационная модель и свойства элементов объединяются с выведенными кривыми хрупкости для исследования реакции здания на сейсмические нагрузки, чтобы смоделировать все возможные сценарии повреждений. После всех расчетов и оценки конструкции выводятся итоговые результаты анализа, которые классифицируются как «нет повреждений», «незначительные повреждения», «умеренные повреждения», «серьезные повреждения», «разрушение». Состояние повреждения в свою очередь можно визуализировать путем использования окраски соответствующих элементов в 3D-модели. Данный способ визуализации помогает специалистам понять реальную работоспособность здания после сейсмического события тем самым сравнивая повреждения зданий при различных уровнях интенсивности, как продемонстрировано на рисунках 2-3.

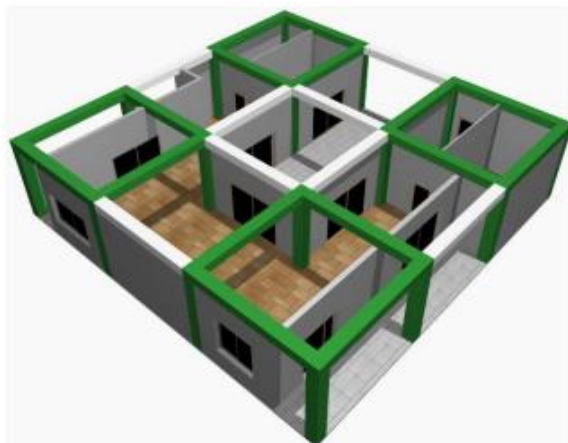


Рис. 2. 3D-визуализация повреждений на первом этаже при сейсмической интенсивности в 0,6g [4, стр. 4]

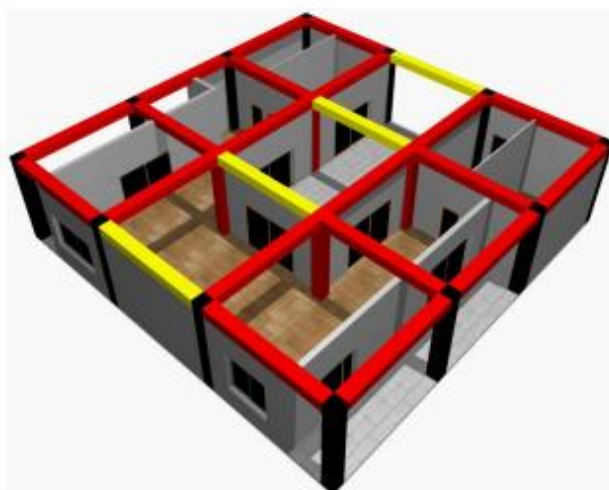


Рис. 3. 3D-визуализация повреждений на первом этаже при сейсмической интенсивности в 2,4g [4, стр.4]

Приведенные выше примеры (рис. 2-3) демонстрируют, как при сейсмической интенсивности в 0.6g, все колонны подвергаются незначительным повреждениям в то время, как некоторые балки не повреждаются, но уже при повышении сейсмической интенсивности до 2.4g колонны не справляются с нагрузкой и подвергаются полному разрушению, а балки испытывают перегрузку.

Исследования BIM-технологий в области сейсмостойкости остаются все ещё трудным, но многие эксперты проводят инновационные исследования, которые демонстрируют хорошие результаты. Инновационные прорывы и дальнейшие разработки в этих областях имеют большое значение для последующего улучшения возможностей сооружений по предотвращению и смягчению последствий после сейсмических последствий [5].

Таким образом, усовершенствование и развитие специализированных программ позволит внедрить информационные технологии не только на стадии проектировании и возведения конструкций, но и на период эксплуатации зданий, немаловажным является, возможность, также анализировать поднятую и скоординированной BIM-модель на дальнейшие возможные сейсмические нагрузки.

### **Литература**

1. S. Azhar (2021). Building information modeling (BIM): trends. benefits. risks. and challenges for the AEC industry, Leadership and Management in Engineering, vol. 11, no. 3, DOI:10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127
2. M. R. Hosseini, M. Maghrebi, A. Akbarnezhad, I. Martek, and M. Arashpour (2018), Analysis of citation networks in building information modeling research, Journal of Construction Engineering and Management, vol. 144(8), DOI:10.1061/(asce)co.1943-7862.0001492
3. T. Bartley (2017), BIM for civil and structural engineers, BSI, London, UK ,15, 3-4
4. Georgiou. Ch., Christodoulou S., Vamvatsikos D. (2014), BIM-based Damage Assessment and Scheduling for Post-Earthquake Building Rehabilitation, Conference: 10th European Conference on Product & Process Modelling [ECPPM2014]
5. Liu Zh, Bai W. (2021) Building Information Modeling Methods for Post-Earthquake Retrofitting Visualization of Buildings Using Augmented Reality, Applied Sciences, 11(12):5739, DOI:10.3390/app11125739