УДК 624.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В РАСЧЕТАХ ЗАДАЧ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

♦♦♦♦♦

THE USE OF BIM TECHNOLOGIES IN THE CALCULATION OF MATERIAL RESISTANCE TASKS

Выпринцева Виолетта Денисовна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
vvyprintseva@yandex.ru

Долгополов Василий Евгеньевич
старший преподаватель,
Кубанский государственный технологический университет
dolgopolov_v@icloud.com

Данько Владислав Павлович
кандидат технических наук,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
Vladislav.danko@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные аспекты применения BIM-технологий в расчетах по сопротивлению материалов. Анализируется интеграция информационных моделей с инженерными расчетами, методы автоматизированного анализа прочностных характеристик конструкций. Особое внимание уделяется преимуществам использования BIM-технологий: повышению точности расчетов, оптимизации процесса проектирования и улучшению визуализации результатов. Исследуются возможности программного обеспечения для моделирования напряженно-деформированного состояния конструкций. В заключении сделан вывод о применение BIM-технологий, которые становятся неотъемлемой частью строительного процесса.

Ключевые слова: моделирование, BIM-технологии, строительные конструкции, прочностные характеристики, проектирование.

Vyprintseva Violetta Denisovna
Student,
Kuban State Technological University
vvyprintseva@yandex.ru

Dolgopolov Vasily Evgenievich
Senior Lecturer,
Kuban State University of Technology
dolgopolov_v@icloud.com

Danko Vladislav Pavlovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
Vladislav.danko@mail.ru

Annotation. The article discusses modern aspects of the use of BIM technologies in calculations of the resistance of materials. The integration of information models with engineering calculations, methods of automated analysis of structural strength characteristics are analyzed. Special attention is paid to the advantages of using BIM technologies: improving the accuracy of calculations, optimizing the design process and improving the visualization of results. The possibilities of software for modeling the stress-strain state of structures are being investigated. In conclusion, it is concluded that BIM technologies are being used, which are becoming an integral part of the construction process.

Keywords: modeling, BIM technologies, building structures, strength characteristics, design.

Современные технологии проектирования и строительства стремительно развиваются, и одним из наиболее значимых направлений в этой области является использование информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling). BIM-технологии позволяют создавать трехмерные модели объектов, которые содержат не только геометрическую информацию, но и данные о материалах, их свойствах и поведении.

BIM-технологии – технологии, применяемые для процессов создания и управления цифровыми представлениями физических и функциональных характеристик зданий. Они включают в себя создание трехмерной модели, содержащей информацию о всех элементах конструкции, таких как стены, перекрытия, колонны и другие строительные материалы. BIM-технологии позволяют интегрировать данные о проекте на всех этапах, начиная от проектирования и строительства и заканчивая эксплуатацией и демонтажными работами [1].

Использование BIM-технологий в расчетах сопротивления материалов открывает принципиально новые возможности для современной инженерии. Они позволяют объединять данные о материалах, их механических свойствах и условиях эксплуатации в одной модели. Таким образом, идет упрощение процесса анализа и расчетов, так как все необходимые данные находятся в одном месте.

Современные BIM-программы могут автоматически выполнять расчеты сопротивления материалов, используя встроенные алгоритмы и модели. Это значительно ускоряет процесс проектирования и снижает вероятность ошибок.

Еще одним важным преимуществом BIM-технологий является моделирование различных эксплуатационных свойств, включая динамические нагрузки, температурные изменения и другие факторы, влияющие на поведение материалов. Тем самым, это дает возможность более точно оценить их прочностные характеристики [2].

BIM-технологии способствуют более эффективному взаимодействию между различными участниками проекта – архитекторами, инженерами, строителями и заказчиками, что позволяет оперативно вносить изменения и корректировать расчеты в зависимости от новых данных.

Моделирование материалов является первым и важнейшим этапом работы по применению BIM-технологий в расчетах сопротивления материалов. В специализированных BIM-программах создается детальная модель конструкции с учетом всех используемых материалов. Инженеры могут задать полный набор физических и механических характеристик: прочность на сжатие и растяжение, модуль упругости, предел текучести и другие важные параметры. Это обеспечивает точное прогнозирование поведения материалов под нагрузкой.

Анализ нагрузок осуществляется на следующем этапе проектирования. BIM-системы позволяют интегрировать различные типы нагрузок – от статических до динамических, включая ветровые, сейсмические и эксплуатационные воздействия. Современные инструменты визуализации помогают наглядно представить распределение нагрузок по всей конструкции и выявить потенциально уязвимые участки.

Расчет прочности выполняется с использованием передовых методов, среди которых особое место занимает метод конечных элементов (МКЭ). BIM-программы проводят детальный анализ напряжений и деформаций в каждом элементе конструкции, что позволяет оценить её надежность и предотвратить возможные разрушения.

Оптимизация конструкции становится более эффективной благодаря возможностям BIM. Инженеры могут быстро вносить изменения в проектную модель и проводить повторные расчеты. Это позволяет находить оптимальные решения по выбору материалов, изменению геометрии элементов и перераспределению нагрузок, что ведет к снижению затрат без потери прочности.

Визуализация результатов является ключевым преимуществом BIM-технологий. Инженеры получают доступ к разнообразным инструментам представления данных: графикам, диаграммам и трехмерным визуализациям, демонстрирующим распределение напряжений и деформаций. Такая наглядность значительно упрощает анализ результатов и способствует эффективному взаимодействию всех участников проекта.

Внедрение технологий BIM в процесс моделирования напряженно-деформированного состояния конструкций открывает новые горизонты для проектировщиков и инженеров. Использование специализированного программного обеспечения позволяет не только повысить точность и эффективность проектирования, но и улучшить взаимодействие между участниками проекта. Моделирование напряженно-деформируемого состояния (НДС) позволяет выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях проектирования и оптимизировать конструктивные решения. Для инженеров важно точно оценить НДС, чтобы гарантировать безопасность и долговечность конструкций [3].

Существует множество программных решений, которые интегрируются с BIM-технологиями и позволяют проводить анализ НДС.

Autodesk Revit – одно из самых популярных BIM-программных решений, которое позволяет создавать детализированные модели зданий. В сочетании с плагинами, такими как Autodesk Robot Structural Analysis, Revit предоставляет возможность проводить анализ НДС. Пользователи могут экспортировать модели в Robot для выполнения статического и динамического анализа, а затем возвращать результаты обратно в Revit для визуализации и дальнейшей работы [4].

Tekla Structures – это мощное программное обеспечение для моделирования и анализа конструкций, которое также поддерживает BIM. Оно позволяет инженерам создавать детализированные модели стальных и железобетонных конструкций, а также

проводить анализ НДС. Tekla Structures предлагает инструменты для работы с нагрузками, расчетами и визуализацией результатов, что делает его идеальным выбором для проектировочной отрасли.

SAP2000 – это универсальное программное обеспечение для анализа и проектирования конструкций, которое также может быть использовано в контексте BIM. Оно предлагает мощные инструменты для моделирования и анализа НДС, включая возможность работы с различными типами нагрузок и материалов. SAP2000 позволяет проводить статические и динамические расчеты, а также анализировать поведение конструкций под воздействием различных факторов, таких как землетрясения и ветровые нагрузки. Интеграция с BIM позволяет пользователям эффективно управлять данными и улучшать качество проектирования.

В будущем можно ожидать дальнейшего развития программного обеспечения для моделирования НДС с участием BIM-технологий, что позволит еще более эффективно решать задачи проектирования и анализа конструкций.

В современных условиях развития строительной отрасли компьютерное моделирование становится ключевым инструментом для проведения расчетов сопротивления материалов. Интеграция BIM-технологий открывает новые возможности для повышения точности и эффективности инженерных расчетов. Цифровая трансформация проектирования привела к тому, что традиционные методы расчета постепенно уступают место современным компьютерным технологиям. BIM-моделирование позволяет создавать комплексные информационные модели, учитывающие все параметры конструкции и их взаимосвязи.

Современные системы компьютерного моделирования позволяют создавать комплексные информационные модели конструкций, учитывающие все параметры и взаимосвязи элементов. Цифровая среда проектирования обеспечивает возможность проведения многокритериального анализа прочностных характеристик, учета нелинейных деформаций и прогнозирования поведения конструкций под различными нагрузками [5].

Значительный прорыв в развитии технологий связан с внедрением искусственного интеллекта и методов машинного обучения. Эти технологии позволяют оптимизировать расчетные схемы, повышать точность прогнозирования и автоматизировать процесс анализа результатов. Облачные вычисления открывают новые горизонты для обработки больших массивов данных, что особенно важно при проведении сложных расчетов сопротивления материалов. Методология расчетов претерпевает существенные изменения благодаря возможности создания параметрических моделей и автоматизации процесса внесения изменений в проект. Интегрированные системы обеспечивают единство данных на всех этапах проектирования и позволяют проводить комплексный анализ конструкций с учетом всех влияющих факторов [6].

Практическое применение современных технологий существенно оптимизирует процесс проектирования. Сокращается время проведения расчетов, повышается точность определения напряженно-деформированного состояния, оптимизируется расход материалов. Автоматизированные системы позволяют проводить детальный анализ прочностных характеристик на всех этапах жизненного цикла конструкции. Особое внимание уделяется развитию методов конечных элементов и алгоритмов адаптивного расчета. Современные программные комплексы обеспечивают высокую точность моделирования сложных конструктивных решений и позволяют учитывать различные факторы, влияющие на поведение материалов под нагрузкой.

Интеграция с системами мониторинга состояния конструкций открывает новые перспективы для развития компьютерного моделирования. Универсальные расчетные платформы позволяют не только проводить статические расчеты, но и анализировать динамическое поведение конструкций, что особенно важно при проектировании объектов в сложных условиях эксплуатации.

Современные тенденции развития компьютерного моделирования в сочетании с BIM-технологиями формируют новый подход к расчетам сопротивления материалов. Это позволяет создавать более надежные и экономичные строительные конструкции, обеспечивая высокий уровень точности и предсказуемости проектных решений.

BIM-технологии прочно вошли в современную практику инженерных расчетов и проектирования, став незаменимым инструментом в решении задач по сопротивлению

материалов. Их влияние на процесс проектирования и строительства трудно переоценить: от простой автоматизации рутинных операций до создания комплексных информационных моделей, обеспечивающих беспрецедентный уровень контроля над проектом.

Интеграционный подход, заложенный в основу BIM, позволяет объединить различные данные в единую информационную модель, где каждый элемент связан с остальными. Это создает целостную картину проекта и обеспечивает точность расчетов на всех этапах проектирования. Автоматизация процессов и визуализация результатов существенно повышают эффективность работы инженеров-проектировщиков. Возможность наглядного представления данных позволяет быстрее выявлять потенциальные проблемы и принимать обоснованные проектные решения, что напрямую влияет на качество и безопасность будущих конструкций. Коллаборативный характер BIM-технологий способствует улучшению взаимодействия между всеми участниками проекта. Совместная работа над единой моделью обеспечивает согласованность решений и минимизирует риск возникновения ошибок на этапе проектирования.

В условиях современного строительства, когда требования к качеству и безопасности строительства постоянно растут, BIM-технологии становятся не просто инструментом оптимизации процессов, но необходимым условием достижения высоких стандартов проектирования [7]. Они позволяют создавать более надежные и устойчивые конструкции, обеспечивая комфорт и безопасность для конечных пользователей.

Перспективы развития BIM-технологий открывают новые горизонты для инженерного проектирования. Интеграция с искусственным интеллектом, машинным обучением и другими передовыми технологиями позволит еще больше повысить эффективность расчетов и качество проектных решений. Будущее строительной отрасли неразрывно связано с дальнейшим развитием и внедрением BIM-технологий, которые продолжат революционизировать подходы к проектированию и строительству.

Литература

1. Фонтокина В.А. Роль BIM-технологий в организации и технологии строительства / В.А. Фонтокина, А.А. Савенко, Е.Д. Самарский // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 1. – URL : https://esj.today/PDF/06ECVN122.pdf
2. Попов Д.В. Преимущества и недостатки внедрения BIM-технологий в строительные организации // Universum: технические науки: электронный научный журнал. – 2024. – № 3(120). – URL : https:///universum.com/ru/tech/archive/item/17032
3. Косаруков М.М. Эффекты от внедрения технологии информационного моделирования здания (BIM-технологии) / М.М. Косаруков, А.Д. Вашлаев, А.П. Калинина // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 8(169). – С. 929–932.
4. Бурова О.А. Применение BIM технологий в строительстве: отечественный и мировой опыт / О.А. Бурова, А.С. Божик, А.В. Шевцов // Вестник МФЮА. – 2020. – № 2. – С. 84–89. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bim-tehnologiy-v-stroitelstve-otechestvennyy-i-mirovoy-opyt/viewer
5. Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений / К.С. Петров [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4. – URL : ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5255
6. Классификация строительной информации в BIM с использованием алгоритмов искусственного интеллекта / М.В. Петроченко [и др.] // Вестник МГСУ. – 2022. – С. 1537–1550.
7. Подыганова А.А. Проблемы использования технологий информационного моделирования (BIM) при эксплуатации зданий и сооружений в России // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы современной науки, достижения и инновации: Сборник статей по материалам I Международной научно-практической конференции, Уфа, 27 апреля 2019 года. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2019. – Ч. 2. – С. 181–187.

References

1. Fontokina V.A. The role of BIM technologies in the organization and technology of construction / V.A. Fontokina, A.A. Savenko, E.D. Samarsky // Bulletin of Eurasian Science. – 2022. – Vol. 14. – № 1. – URL : https://esj.today/PDF/06ECVN122.pdf
2. Popov D.V. Advantages and disadvantages of implementing BIM technologies in construction organizations // Universum: technical sciences: electronic scientific journal. – 2024. – № 3(120). – URL : https:///universum.com/ru/tech/archive/item/17032

3. Kosarukov M.M. The effects of the introduction of building information modeling technology (VIM-technology) / M.M. Kosarukov, A.D. Vashlaev, A.P. Kalinina // Economics and entrepreneurship. – 2024. – № 8(169). – P. 929–932.
4. Burova O.A. Application of BIM technologies in construction: domestic and world experience / O.A. Burova, A.S. Bozhik, A.V. Shevtsov // Bulletin of the MFUA. – 2020. – № 2. – P. 84–89. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bim-tehnologiy-v-stroitelstve-otechestvennyy-i-mirovoy-opyt/viewer
5. Application of BIM technologies in the design and reconstruction of buildings and structures / K.S. Petrov [et al.] // Engineering Bulletin of the Don. – 2018. – № 4. – URL : ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5255
6. Classification of construction information in BIM using artificial intelligence algorithms / M.V. Petrochenko [et al.] // Bulletin of MGSU. – 2022. – P. 1537–1550.
7. Podyganova A.A. Problems of using information modeling technologies (BIM) in the operation of buildings and structures in Russia // Fundamental and applied scientific research: current issues of modern science, achievements and innovations: A collection of articles based on the materials of the 1st International scientific and practical conference, Ufa, April 27, 2019. – Ufa : Limited Liability Company Scientific Publishing Center Bulletin of Science, 2019. – Part 2. – P. 181–187.