

УДК 624.159

DOI: 10.17213/mgvgif/2026-5-65-70

К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ BIM (ТИМ) В ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

М. Л. Нуждин

ООО «Научно-проектное экспертно-консультационное предприятие «ОиФ»,
г. Новосибирск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы внедрения BIM в геотехническое проектирование. Трудности связаны с особенностями определения физико-механических характеристик грунтов и их возможным изменением в ходе возведения и эксплуатации строительного объекта. Выполнена оценка влияния значения модуля деформации грунта, на систему «строительные конструкции – фундаменты – грунтовое основание» и как следствие, на все параметры информационной модели здания. Это показано на примере водонасыщения основания плитного фундамента 25-этажного жилого дома. Сделан вывод о необходимости тесного сотрудничества со специалистами геотехниками на всех этапах BIM-проектирования и жизненного цикла строительного объекта.

Ключевые слова: BIM-проектирование, геотехническое информационное проектирование, геотехнические расчеты, геотехника, основания и фундаменты, инженерно-геологические изыскания

TO THE PROBLEM OF BIM IMPLEMENTATION IN GEOTECHNICAL DESIGN

M. L. Nuzhdin

LLC «Research and design expert consulting enterprise «O&F», Novosibirsk, Russia

Annotation. The article deals with the problems of introducing BIM into geotechnical design. Difficulties are associated with the peculiarities of determining the physical and mechanical characteristics of soils and their possible change during the construction and operation of a construction object. An assessment was made of the influence of the value of the soil deformation modulus on the system "structures – foundations – ground base" and, as a result, on all parameters of the information model of the building. This is shown by the example of water saturation of the base of the slab foundation of a 25-storey residential building. It is concluded that it is necessary to involve geotechnical specialists at all stages of BIM design and the life cycle of a construction object.

Keywords: BIM-design, geotechnical information modeling, geotechnical calculations, geotechnics, ground base and foundations, engineering and geological surveys

Известно, что «В России внедряется новый градостроительный подход с использованием информационной модели — Building Information Model (BIM). Применение этой технологии позволит отслеживать состояния объекта на протяжении всего жизненного цикла, будет способствовать улучшению качества строительства, поможет снизить риски серьезных ошибок и потерь при реализации масштабных проектов» [1]. По разным

данным использование BIM-технологий позволяет улучшить индекс рентабельности — до 14 % – 15 %, сократить срок окупаемости инвестиционного проекта — до 17 % [2], сократить стоимость строительства — до 30 %, на 5 % – 10 % уменьшить стоимость эксплуатации объекта [3].

Развитию и внедрению BIM (ТИМ) уделяется много внимания. Опубликовано большое количество статей, регулярно проводятся конференции и вебинары. «В настоящий момент (в 2024 г – *М. Н.*) российская база нормативно-технического регулирования в области ТИМ (BIM) насчитывает 22 документа, среди которых 14 государственных стандартов (ГОСТ Р) и 8 сводов правил» [4]. Подробно исследуются вопросы архитектурного BIM-проектирования, организации строительства и управления жизненным циклом объекта с применением BIM; рассматривается широкая проблематика: от энергомоделирования и моделирования безопасных условий труда до применения BIM при устройстве и эксплуатации велосипедных дорожек [5] и «антикриминогенного эффекта внедрения BIM-технологий: повышения контроля и снижения уровня злоупотреблений в сфере строительства» [6]. В большом количестве работ анализируется ожидаемый экономический эффект от внедрения BIM.

Примечательно, что публикаций, посвященных строительным конструкциям относительно немного, а проектированию и устройству фундаментов — совсем мало. Например, в трудах конференций «BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры», проходивших в СПбГАСУ в 2018–2022 гг. из 258 публикаций, о геотехнических аспектах BIM — лишь 5 статей; а в 2023–2025 гг. только 3 статьи из 165. Это свидетельствует, о том, что «Геотехники к этой работе практически не привлекаются, все решения в первую очередь принимают архитекторы, конструкторы и разработчики программного обеспечения» [7].

Основные определения BIM (ТИМ)

BIM — Building Information Model или Технология информационного моделирования (ТИМ): «Совокупность систематизированных знаний, методов и средств информационного моделирования, обеспечивающих возможность достижения целей информационного моделирования на всем ЖЦ (жизненный цикл. — *М. Н.*) ОИМ/ИМ (объекта информационного моделирования / информационной модели. — *М. Н.*), а также соответствующих вкладов в их достижение на отдельных фазах, стадиях, этапах» [8].

В СП 333.1325800.2020 приведены следующие определения жизненного цикла, и информационной модели [9].

«Жизненный цикл здания или сооружения: Период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения».

«Информационная модель объекта капитального строительства: Совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства».

Принято считать, что «Отличительным достоинством использования инструментов BIM-технологии является тот факт, что модель объекта строительства является динамичной (изменяемой). После добавления изменений в геометрию или данные BIM-модели происходит автоматическое обновление всех взаимосвязанных видов, данных, параметров и документов» [10].

Оценка влияния изменения модуля деформации грунта вследствие замачивания

Безусловно, важнейшей частью любого здания являются его несущие строительные конструкции. От них зависит планировка помещений и расположение перегородок, размещение инженерных коммуникаций и сетей, особенности архитектурных элементов фасадов, интерьеры помещений и пр. Очевидно, что внесение любых правок в несущие конструкции неизбежно приведет к изменению всех параметров информационной модели здания.

Расчет несущих конструкций рекомендуется производить совместно с фундаментами и грунтовым основанием, что успешно и реализуется в современных программных комплексах. Исходными данными для расчета служат нагрузки на строительные конструкции (вес строительных конструкций, людей и оборудования; снеговые, ветровые нагрузки и пр.) и инженерно-геологические условия строительной площадки.

Рассмотрим степень влияния инженерно-геологических условий площадки — физико-механических характеристик грунта, а именно, модуля деформации, на результаты расчета системы «строительные конструкции — фундамент — грунтовое основание».

При проектировании фундаменты следует проверять по двум группам предельных состояний, при этом расчет по II группе — по деформациям, следует выполнять во всех случаях. Деформация грунтового основания, в первую очередь, характеризуется осадкой фундамента s , расчет которой по действующему СП 22.13330 «Основания зданий и сооружений» [9] выполняется методом послойного суммирования по формуле

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i} h_i}{E_{e,i}}, \quad (1)$$

На физико-механические свойства грунтов большое влияние, как хорошо известно, оказывает влажность. При водонасыщении значение модуля деформации может уменьшаться, например, для лессовидных суглинков, в 5–10 раз и более. Однако, для «хороших» грунтов, например, супеси твердой, распространенной в г. Новосибирске и используемой в качестве естественного основания в т.ч. высотных зданий, изменение модуля деформации не превышает 10 % – 20 %. Для ориентировочной оценки последствий изменения влажности грунтового основания, рассмотрим в качестве примера 25-этажное здание квадратной формы в плане на плитном фундаменте на естественном основании, сложенном супесью песчанистой.

Исходные данные.

Количество этажей — 25.

Габаритные размеры здания в крайних осях — 24,60×24,60 м.

Габаритные размеры фундаментной плиты — 25,85×25,85 м.

Толщина фундаментной плиты — 0,800 м.

Вес здания — 227 200 кН.

Ориентировочная нагрузка от одного этажа здания — $227200/25 = 9088$ кН.

Давление под подошвой фундаментной плиты здания — 340 кПа.

Глубина заложения фундаментной плиты от поверхности грунта — 5,0 м.

Грунтовое основание сложено супесью песчанистой малой степени водонасыщения твердой.

Удельный вес супеси песчанистой твердой — 17,5 кН/м³.

Модуль деформации супеси песчанистой твердой при естественной влажности — $E_e = 14,8$ МПа.

Модуль деформации супеси песчанистой твердой при полном водонасыщении — $E_v = 12,6$ МПа.

По расчету, осадка при среднем давлении под подошвой плитного фундамента $P = 340$ кПа и естественной влажности грунта основания $E_e = 14,8$ МПа, составит $s = 15,0$ см. Для «сохранения» осадки здания равной $s = 15,0$ см при полном водонасыщении грунтов $E_v = 12,6$ МПа необходимо снизить величину давления под подошвой плиты до $P = 299$ кПа, что эквивалентно уменьшению веса здания до 199800 кН, что «соответствует» сокращению этажности здания на

$$(227\,200 - 199\,800) / 9\,088 \approx 3 \text{ этажа.}$$

Т. е. уменьшение модуля деформации «хороших» (!) грунтов вследствие замачивания равнозначно изменению нагрузки от трех этажей здания. Точность сбора нагрузок «плюс-минус» 3 этажа (в нашем случае, 25 или 22 этажа), безусловно, представляется абсурдной, однако, возможное изменение физико-механических характеристик грунтового основания — модуля

деформации, ведет к аналогичным по своей «тяжести» последствиям. Очевидно, что для слабых грунтов, диапазон изменения значения модуля деформации при замачивании намного больше.

Замачивание грунтов в условиях городской застройки может произойти на всех этапах жизненного цикла здания: атмосферными осадками или талыми водами при вскрытии котлована; вследствие подъема горизонта грунтовых вод или из-за прорыва водонесущих коммуникаций в период эксплуатации. Чаще всего замачивание происходит неравномерно, что усугубляет ситуацию, вызывая развитие чрезмерных относительных осадок фундаментов и надземных строительных конструкций.

Необходимо добавить, что значение модуля деформации одного и того же грунта (инженерно-геологического элемента) зависит от многих факторов, в т. ч. от метода его определения — в лабораторных условиях: при одноосном, трехосном или компрессионном сжатии; в ходе полевых исследований: прессиометрами, дилатометрами, штампами, статическим или динамическим зондированием и пр. При этом «истинного» значения модуля деформации не существует, а есть только «наиболее достоверные методы определения деформационных характеристик» [11].

Аналогично обстоит дело и с другими, в т.ч. прочностными характеристиками грунта — углом внутреннего трения φ , удельным сцеплением c .

Принимая во внимание вышесказанное, «достоинство» BIM-технологии, заключающееся в том, что это «совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства <...>», может превратиться в существенный недостаток. Изменение физико-механических характеристик грунтов основания ведет не только к существенным корректировкам элементов системы «строительные конструкции – фундаменты – грунтовое основание», но и всех параметров цифровой модели здания. А это, в свою очередь, ставит под сомнение не только точность инвестиционного прогноза, но и что намного хуже, может негативно отразиться на надежности проектного решения несущих строительных конструкций и фундаментов здания. Еще более серьезная по своим последствиям проблема связана с использованием в расчетах недостоверных или ошибочных исходных данных — результатов инженерно-геологических изысканий, из-за их низкого качества или недостаточного объема.

Заключение

В качестве заключения можно привести цитату из статьи Д. Е. Разводского, С. О. Шулятьева и Л. Р. Ставницера, опубликованной в 2018 г., которая актуальна и в настоящее время: «Геотехникам необходимо более активно участвовать в создании основ для BIM-проектирования. В разрабатываемых в настоящее время подходах особенности геотехнических работ пока не нашли отражения. Желательно как можно скорее начать исправление ситуации» [7].

Список источников

1. Михаил Мишустин подписал постановление об информационном моделировании в строительстве. – URL: <http://government.ru/news/40424/> (дата обращения: 12.02.2023).
2. Колчин, В. Н. Применение BIM-технологий в строительстве и проектировании / В. Н. Колчин // «Инновации и инвестиции». – 2019. – № 2. – С. 209-214.
3. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
4. Актуализирован перечень действующих ГОСТов и СП по BIM – URL: <https://www.niccps.ru/company-news/standards-bim-2024/> (дата обращения: 10.08.2024).
5. Шарова, А. А. Информационная модель строительства и эксплуатации велосипедной дорожки в соответствии с современными российскими нормами проектирования / А. А. Шарова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы II Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбГАСУ, 2019. – С. 261-264. DOI: 10.23968/BIMAC.2019.048.
6. Табаков, А. В. Антикrimиногенный эффект внедрения BIM-технологий: повышение контроля и снижение уровня злоупотреблений в сфере строительства / А. В. Табаков // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы II Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбГАСУ, 2019. – С. 96-101. DOI: 10.23968/BIMAC.2019.017.
7. Разводовский, Д. Е. Применение BIM в геотехнике / Д. Е. Разводовский, С. О. Шулятьев, Л. Р. Ставницер // Жилищное строительство. – 2018. – № 11. – С. 3-8.
8. ГОСТ Р 10.00.00.01 – 2025. Единая система информационного моделирования. Термины и определения. – М.: ФГБУ «Институт стандартизации», 2025. – 20 с.
9. СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. – М.: ФГУП ЦПП, 2020. – 219 с.
10. Гаряев, Н. А. Международный опыт применения BIM-технологий в строительстве / Н. А. Гаряев, К. К. Кузнецова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. – С. 74-78.
11. СП 22.13330 «СНИП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений». – М.: ФГУП ЦПП, 2016. – 220 с.

© Нуждин Н. Л., 2026