

А.Л. НЕВЗОРОВ¹

¹ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»,
г. Архангельск, Россия

ФАКТОР ВРЕМЕНИ В ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ

***Аннотация.** Распространение BIM технологии на весь жизненный цикл здания возможно лишь в том случае, если модель учитывает изменение свойств материалов во времени. В отличие от созданных человеком строительных конструкций, обладающих вполне определенными свойствами, грунтам основания присуща неоднородность и изменчивость характеристик. Свойства грунтов, такие как, сжимаемость и сопротивление сдвигу, изменяются под воздействием нагрузок от здания, сезонного промерзания-оттаивания, изменений влажности и других факторов. В основании могут развиваться скрытые, медленно развивающиеся геологические процессы. Более того, некоторые характеристики, необходимые для прогноза, например, длительной осадки, обусловленной консолидацией, растворением или разложением частиц грунта, вибрацией не всегда определяются при стандартных изысканиях. Эти характеристики следует верифицировать по данным наблюдений на объектах строительства.*

Геотехнические модели, использование которых предполагается в течение длительного времени, должны создаваться не для отдельных строительных площадок, а для территорий крупных предприятий, городов или городских районов с однотипными геологическими условиями. Широкому внедрению моделирования должна предшествовать подготовка соответствующих стандартов, программного обеспечения и нормативных документов, определяющих обязанности и права изыскательских и проектных организаций, инвесторов и администрации муниципалитетов, включая право собственности на данные исследований грунтов.

В качестве примера обсуждаются геотехнические проблемы г. Архангельска. Основными факторами, которые следует учитывать при моделировании геологической среды города, являются: наличие многометровых отложений торфа и морских илов, осадка которых в основании сооружений не стабилизируется в течение десятилетий, а также связанные с прокладкой дренажей и кольматацией дренажных фильтров колебания уровня грунтовых вод.

Ключевые слова: информационное моделирование зданий (BIM), геотехническая модель, инженерно-геологические изыскания, осадка грунта.

A.L. NEVZOROV¹

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

TIME FACTOR AT THE GEOTECHNICAL BIM DESIGN

***Abstract.** The information model spreading throughout all lifetime of a building has to take into consideration the changes in the materials properties over time. Unlike the man-made structures with the well-defined properties, the soils are characterized by heterogeneity and variability of characteristics. The soils properties, such as a compressibility and a shear strength, are changed due to building loads, seasonal freezing-thawing processes, water content variations and other factors. The latent, slowly developing geological processes can take place at the ground. Moreover, some soils properties used for prediction, for example, a long-term settlement caused by a secondary consolidation, dissolution or decomposition of soil particles, vibration are not always determined by ordinary surveys. These properties should be verified in situ observation.*

The geotechnical information models, the use of which is expected for a long time, should be created not for separate building sites, but for the territories of large enterprises, cities, or urban areas

with the same type of geological conditions. This work should be preceded by the development of the technical standards, software and documents defining the responsibilities and rights of survey and design companies, investors, and municipal administrations, including the ownership of soil survey data.

As an example, the geotechnical challenges of the Arkhangelsk city territory are discussed. The main factors that should be accepted in model are following: the presence of multi-meter peat and soft clayey soils deposits, the settlement of which has not stabilized for decades, as well as fluctuations of the groundwater level caused by the setting up of drainages and clogging of their filters.

Keywords: *building information modeling (BIM), geotechnical model, engineering geological survey, soil settlement.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белостоцкий А.М. Цифровые технологии в строительстве. Из прошлого в будущее. Роль РААСН // Доклады научно-отраслевых отделений РААСН. Строительные науки. 2021. С. 34–38.
2. Болдырев Г.Г., Барвашов В.А., Шейнин В.И., Каширский В.И., Идрисов И.Х., Дивеев А.А. Информационные системы в геотехнике – 3D-геотехника // Геотехника. 2019. Т.11. №2. С. 6-27.
3. Болдырев Г.Г., Идрисов И.Х., Редин А.В., Дивеев А.А. BIM-геотехника и перспективы ее развития в Российской Федерации // Геотехника. 2019. Т.12. №4. С. 6-22.
4. Болдырев Г.Г., Кондратьев А.Ю. Информационные системы в строительстве // Жилищное строительство. 2019. №9. С. 17-23.
5. Ивахнова Г.Ю., Невзоров А.Л. Особенности интерпретации результатов компрессионных испытаний торфа // Строительство и архитектура. 2020. Т.8. №1. С. 26–32.
6. Разводовский Д.Е., Шулятьев С.О., Ставницер Л.Р. Применение BIM в геотехнике // Жилищное строительство. 2018. №11. С. 3-8.
7. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г., Богов С.Г., Шашкин В.А., Шашакин М.А. Мониторинг зданий и сооружений при строительстве и эксплуатации. СПб: Изд-во института «Геореконструкция», 2021. 640 с.
8. Beaufile M., Grellet S., Le Hello B., Lorentz J., Beaudouin M., Castro-Moreno J. Geotechnical data standardization and management to support BIM for underground infrastructures and tunnels. World Tunnel Congress, May 2019. Italy, Naples. 2019. 11 p. hal-02056440
9. Brennan E. An examination of the use of Geotechnical BIM to provide value engineering solutions for coastal infrastructure. Capstone project from the MSc in a BIM. Dublin: Technological Univ. 2021. 18 p.
10. Cerovsek T. A review and outlook for a building information model (BIM): A multistandpoint framework for technological development. *Advanced engineering informatics*. 2011. Vol. 25(2), Pp. 224-244.
11. Chapman D., Providakis S., Christopher R. BIM for the underground – An enabler of trenchless construction. *Underground Space*. 2020. Vol. 5. Pp. 354-361. doi.org/10.1016/j.undsp.2019.08.001
12. Cheng J. Construction and visualization of a three-dimensional model of an engineering geological body. *Arabian Journal of Geosciences*. 2021. Vol. 14. 8 p. doi.org/10.1007/s12517-021-06600-x
13. Eastman C., Fisher D., Lafue D., Lividini J., Stoker D., Yessios C. An outline of the building description system. Pittsburg: Carnegie-Mellon Univ., 1974. Pp. 1–23.
14. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules. CEN, 2004. 171 p.
15. Gondar J., Pintoa A., Sampaioa Z. Study of BIM applied to geotechnical project. Lisbon: University of Lisbon –Técnico Lisboa. 2018. 10 p.
16. Grice C., Kessler H. Collaborative geotechnical BIM technologies [Lecture]. British Geological Survey. Natural Environment Research Council. 2015. 19 p.
17. Konietzky H. BIM for geotechnical engineering. Freiberg: TU Bergakademie - Geotechnical Institute. 2020. 30 p.
18. Lau S.E.N., Zakaria R, Aminudin E., Saar C.C. Yusof A., Wahid C.M. A review of application building information modeling (BIM) during pre-construction stage: Retrospective and future directions. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 143, 012050. 9 p. doi :10.1088/1755-1315/143/1/012050
19. Lee M.L., Lee Y.L., Goh S.L., Koo C.H., Lau S.H., Chong S.Y. Case studies and challenges of implementing geotechnical building information modelling in Malaysia. *Infrastructures*. 2021. Vol. 6. No. 145. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6100145>.
20. Papadonikolaki E., Vrijhoef R., Wamelink J. A BIM-based supply chain model for AEC. 1st Conference in Building Information Modelling (BIM) in Design. Construction and Operations. *WIT Transactions on the built environment*. 2015. Pp. 181-193.
21. Perez-Sanchez J.C., Mora-Garcia R.T., Perez-Sanchez V.R., Piedecausa-Garcia B. From CAD to BIM: A new way to understand architecture. *WIT Transactions on the built environment*. 2017. Vol. 169. No 1. Pp. 45-54. doi:10.2495/BIM170051.

22. Tawelian L.R., Mickovski S.B. The implementation of geotechnical data into the BIM process. The 3rd International conf. on transportation geotechnics (ICTG 2016). *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 143. Pp. 734–741. doi:10.1016/j.proeng.2016.06.115.
23. Tyurin D.A., Nevzorov A.L. Numerical simulation of long-term peat settlement under the sand embankment. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 175. Pp. 51-56. doi:10.1016/j.proeng.2017.01.014.
24. Wu J., Chen J., Chen G., Wu Z., Zhong Y., Chen B., Ke W., Huan J. Development of data integration and sharing for geotechnical engineering information modeling based on IFC. *Hindawi advances in civil eng.* 2021. article ID 8884864. 15 p. <https://doi.org/10.1155/2021/8884864>.
25. Zhang J., Wu C., Wang Y., Ma Y., Wu Y., Mao X. (2018) The BIM-enabled geotechnical information management of a construction project. *Computing*. 2018. Vol.100. No 1. Pp. 47-63. doi: 10.1007/s00607-017-0571-8.

REFERENCES

1. Belostockij A.M. Cifrovye tekhnologii v stroitel'stve. Iz proshlogo v budushchee. Rol' RAASN// Doklady nauchno-otraslevykh otdelenij RAASN. Stroitel'nye nauki. 2021. S. 34–38.
2. Boldyrev G.G., Barvashov V.A., SHEjnin V.I., Kashirskij V.I., Idrisov I.H., Diveev A.A. Informacionnye sistemy v geotekhnike – 3D-geotekhnika // *Geotekhnika*. 2019. T.11. №2. S. 6-27.
3. Boldyrev G.G., Idrisov I.H., Redin A.V., Diveev A.A. BIM-geotekhnika i perspektivy ee razvitiya v Rossijskoj Federacii // *Geotekhnika*. 2019. T.12. №4. S. 6-22.
4. Boldyrev G.G., Kondrat'ev A.YU. Informacionnye sistemy v stroitel'stve // *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2019. №9. S.17-23.
5. Ivahnova G. YU., Nevzorov A.L. Osobennosti interpretacii rezul'tatov kompressionnyh ispytaniy torfa// *Stroitel'stvo i arhitektura*. 2020. T.8, №1. S. 26–32.
6. Razvodovskij D.E., SHulyat'ev S.O., Stavnicer L. R. Primenenie BIM v geotekhnike// *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2018. №11. S.3-8.
7. SHashkin A. G., SHashkin K. G., Bogov S. G., SHashkin V. A., SHashkin M. A. Monitoring zdaniy i sooruzhenij pri stroitel'stve i ekspluatacii. SPb: Izd-vo instituta «Georekonstrukciya», 2021. 640 s.
8. Beaufils M., Grellet S., Le Hello B., Lorentz J., Beaudouin M., Castro-Moreno J. Geotechnical data standardization and management to support BIM for underground infrastructures and tunnels. *World Tunnel Congress*, May 2019. Italy, Naples. 2019. 11 p. hal-02056440
9. Brennan E. An examination of the use of Geotechnical BIM to provide value engineering solutions for coastal infrastructure. Capstone project from the MSc in a BIM. Dublin: Technological Univ. 2021. 18 p.
10. Cerovsek T. A review and outlook for a building information model (BIM): A multistandpoint framework for technological development. *Advanced engineering informatics*. 2011. Vol. 25(2), Pp. 224-244.
11. Chapman D., Providakis S., Christopher R. BIM for the underground – An enabler of trenchless construction. *Underground Space*. 2020. Vol. 5. Pp. 354-361. doi.org/10.1016/j.undsp.2019.08.001
12. Cheng J. Construction and visualization of a three-dimensional model of an engineering geological body. *Arabian Journal of Geosciences*. 2021. Vol. 14. 8 p. doi.org/10.1007/s12517-021-06600-x
13. Eastman C., Fisher D., Lafue D., Lividini J., Stoker D., Yessios C. An outline of the building description system. Pittsburg: Carnegie-Mellon Univ., 1974. Pp. 1–23.
14. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules. CEN, 2004. 171 p.
15. Gondar J., Pintoa A., Sampaioa Z. Study of BIM applied to geotechnical project. Lisbon: University of Lisbon – Técnico Lisboa. 2018. 10 p.
16. Grice C., Kessler H. Collaborative geotechnical BIM technologies [Lecture]. British Geological Survey. Natural Environment Research Council. 2015. 19 p.
17. Konietzky H. BIM for geotechnical engineering. Freiberg: TU Bergakademie - Geotechnical Institute. 2020. 30 p.
18. Lau S.E.N., Zakaria R, Aminudin E., Saar C.C. Yusof A., Wahid C.M. A review of application building information modeling (BIM) during pre-construction stage: Retrospective and future directions. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 143, 012050. 9 p. doi :10.1088/1755-1315/143/1/012050
19. Lee M. L., Lee Y. L., Goh S. L., Koo C. H., Lau S. H., Chong S. Y. Case studies and challenges of implementing geotechnical building information modelling in Malaysia. *Infrastructures*. 2021. Vol. 6, No. 145. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6100145>.
20. Papadonikolaki E., Vrijhoef R., Wamelink J. A BIM-based supply chain model for AEC. 1st Conference in Building Information Modelling (BIM) in Design. Construction and Operations/ *WIT Transactions on the built environment*. 2015. Pp. 181-193.
21. Perez-Sanchez J. C., Mora-Garcia R. T., Perez-Sanchez V. R., Piedecausa-Garcia B. From CAD to BIM: A new way to understand architecture. *WIT Transactions on the built environment*. 2017. Vol. 169, No 1. Pp. 45-54. doi:10.2495/BIM170051.

22. Tawelian L. R., Mickovski S. B. The implementation of geotechnical data into the BIM process. The 3rd International conf. on transportation geotechnics (ICTG 2016). *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 143. Pp. 734–741. doi: 10.1016/j.proeng.2016.06.115.
23. Tyurin D. A., Nevzorov A. L. Numerical simulation of long-term peat settlement under the sand embankment. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 175. Pp. 51-56. doi:10.1016/j.proeng.2017.01.014.
24. Wu J., Chen J., Chen G., Wu Z., Zhong Y., Chen B., Ke W., Huan J. Development of data integration and sharing for geotechnical engineering information modeling based on IFC. *Hindawi advances in civil eng.* 2021. article ID 8884864. 15 p. <https://doi.org/10.1155/2021/8884864>.
25. Zhang J., Wu C., Wang Y., Ma Y., Wu Y., Mao X. 2018) The BIM-enabled geotechnical information management of a construction project. *Computing*. 2018. Vol.100, No 1. Pp. 47-63. doi:10.1007/s00607-017-0571-8.

Информация об авторе:

Невзоров Александр Леонидович

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Россия, доктор технических наук, профессор кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов, советник РААСН.

E-mail: a.l.nevzorov@yandex.ru

Information about authors:

Nevzorov Alexander L.

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, doctor of technical science, professor of the geotechnical department, advisor of RAACS.

E-mail: a.l.nevzorov@yandex.ru