

## ЦИФРОВОЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЙ ДВОЙНИК КОМПЛЕКСА СООРУЖЕНИЙ

Евланов Д.В.  
ООО «НТЦ «Симмэйкерс»

Организации, занимающиеся эксплуатацией зданий и сооружений на ММГ, имеют данные мониторинга и изысканий, собранные за многие годы. Эта информация хранится в десятках отчетов, в таблицах, на графиках. Когда речь идет о комплексных сооружениях, предприятиях нефтегазовой инфраструктуры и застроенной территории на многолетнемерзлых грунтах, то объёмы информации могут вырастать на порядки. Всё это приводит к невозможности понимания как общей картины температурного поля и его дальнейшей динамики, так и особенностей теплового взаимодействия между отдельными участками. Другими словами, непонятно, как разные проблемные зоны влияют одна на другую, когда ждать беды и где её нужно предотвращать.

Информация из отчетов и журналов наблюдений легко интерпретируется узкими специалистами, которые глубоко погружены в процессы наблюдения и анализа данных мониторинга. Однако для представителей других подразделений и руководителей предприятия не хватает понимания ситуации, в частности, для принятия стратегических решений.

Обозначенную проблему можно решить путем создания постоянно действующей инженерно-геокриологической модели предприятия, или цифрового двойника.

Создание полноценного цифрового двойника позволит производить качественный геотехнический мониторинг масштабной застройки и в режиме реального времени получить:

- визуализацию текущего состояния мерзлотных толщ на всей территории предприятия;
- ретроспективный анализ с целью адаптации модели в условиях отсутствия некоторых исходных данных;
- геокриологический прогноз состояния грунтов на основании данных мониторинга;
- автоматическое оповещение о негативных трендах при отклонении допустимых значений.

В качестве демонстрационного объекта для создания двойника использована плотина Вилюйской ГЭС, Республика Саха (Якутия). Отличительными требованиями к программному инструментарию для реализации цифровых двойников такого класса сооружений являются:

- возможность создания и дискретизации трехмерных моделей больших размеров – десятки км<sup>2</sup>;
- воссоздание рельефа местности на основании данных сканирования поверхности;
- воспроизведение инженерно-геологического строения в соответствии с данными изысканий;
- учет в математической модели, заложенной в цифровом двойнике, существенных к растеплению факторов, таких как водоёмы и наличие фильтрационных потоков в грунтах.

Создание цифрового двойника выполнено в ПО Frost 3D.