

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ 3D МОДЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОСНОВАНИЯ

И.Н. Дембовский
ООО «НТЦ «Симмэйкерс», г. Москва

В ходе проведения геотехнического мониторинга (ГТМ) в области распространения многолетнемерзлых грунтов генерируется большое количество информации, которая не ограничивается только данными измерений, но и включает также результаты лазерного сканирования, тепловизионной съемки термостабилизаторов, фотографии объектов и др. Весь этот объем информации должен храниться и обрабатываться, а по результатам мониторинга должна быть сформирована отчетная документация. Для предупреждения аварийных ситуаций на объекте необходим механизм обнаружения и своевременного оповещения об отклонении контролируемых параметров от нормативных значений. Поскольку даже в рамках отдельных площадок количество элементов сети ГТМ может достигать десятков тысяч, проведение подобных мероприятий является достаточно трудоемким процессом. Масштабы работ во время проведения мониторинга и объем информации, требующей дальнейшей обработки, приводят к необходимости использования специального программного обеспечения, позволяющего автоматизированно собирать и обрабатывать данные в режиме реального времени.

Для решения этих задачи научно-технический центр «Симмэйкерс», разработчик ПО Frost 3D [1], предлагает новое программное обеспечение Frost.ГТМ [2], учитывающее особенности проведения геотехнического мониторинга на многолетнемерзлых грунтах.

ПО **Frost.ГТМ** позволяет аккумулировать и автоматически обрабатывать данные геотехнического мониторинга и, таким образом, упростить и ускорить выполнение задач для специалистов ГТМ. В случаях определения вероятности отклонения контролируемых параметров от нормативных значений или в случае, когда система зафиксировала факт достижения критических значений, Frost.ГТМ оповещает пользователей системы с помощью уведомлений по удобному каналу связи.



Рис. 1. Визуализация температурного распределения в окрестности резервуарного парка во Frost.ГТМ

Помимо выявления вероятности развития негативных процессов на основании замеров, у специалистов геотехнического мониторинга возникает задача проведения достоверного прогнозирования температурного режима грунтов основания сооружения. Такой прогноз позволит оценить несущую способность грунтов основания и, при необходимости, принять своевременные меры по дополнительной термостабилизации. Для этих целей необходимо использовать программный комплекс Frost 3D, который позволяет создавать трехмерную инженерно-геологическую модель основания сооружения и численно прогнозировать температурное поле на выбранный период времени, рассчитывать осадку грунта при оттаивании и несущую способность свай.

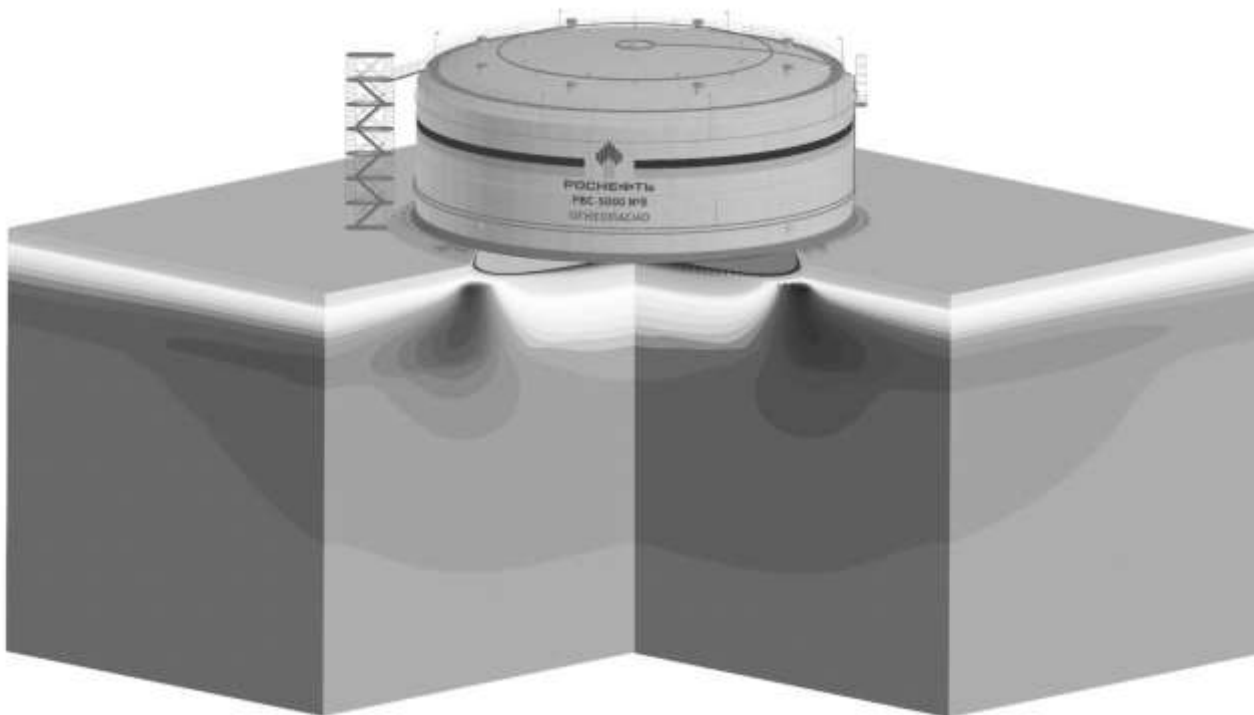


Рис. 2. Визуализация трехмерного температурного распределения в основании резервуара, полученная с помощью численного моделирования во Frost 3D

Созданный во Frost 3D цифровой двойник – это постояннодействующая компьютерная модель грунтов основания инженерного сооружения, верифицированная данными ГТМ, и учитывающая инженерно-геологическое строение, положение строительных и фундаментных конструкций подземной части сооружений, наличие термостабилизирующих устройств.

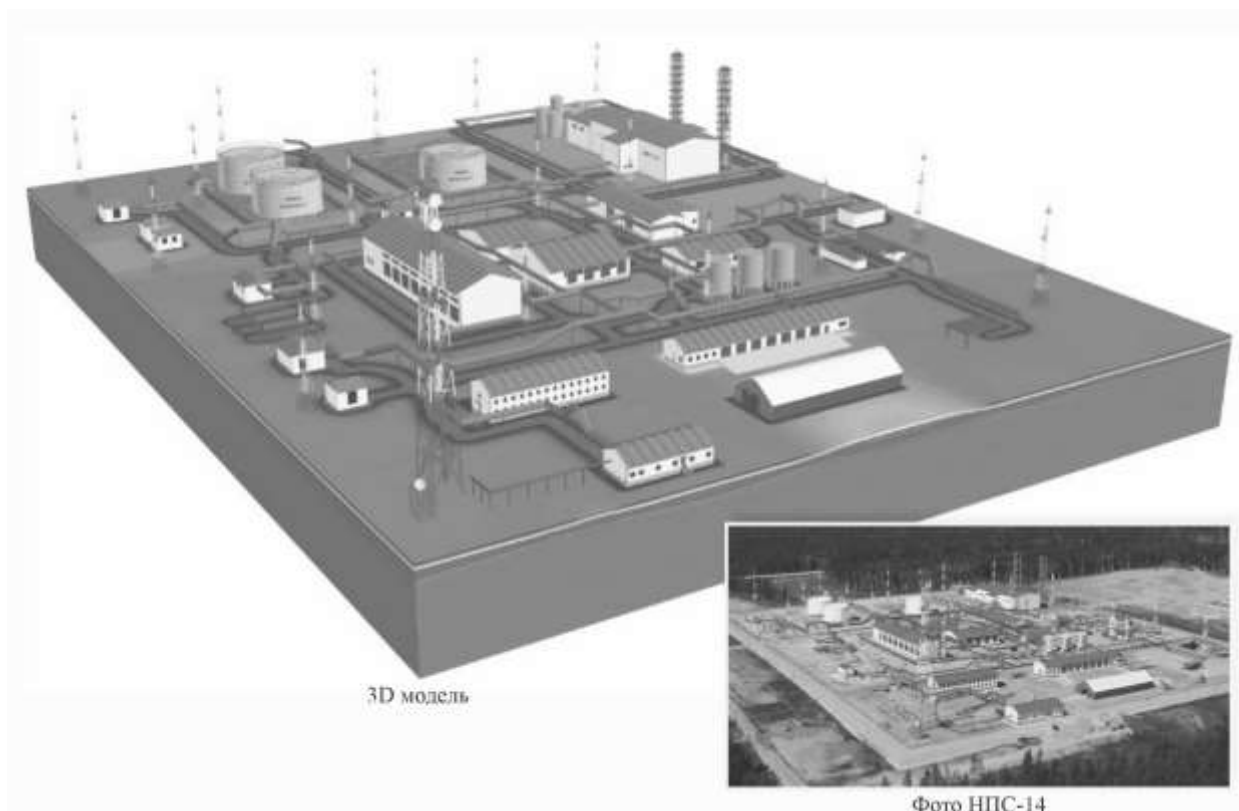


Рис. 3. Цифровой инженерно-геокриологический двойник

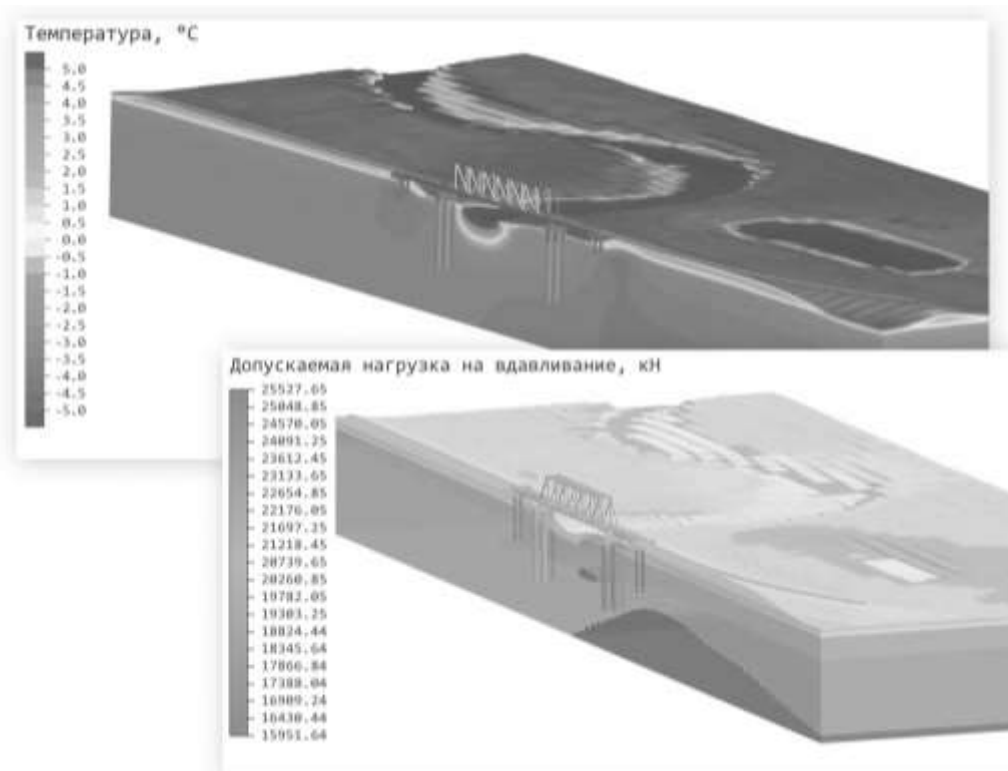


Рис.4. Цифровой двойник мостового перехода созданный во Frost 3D

Таким образом, совместное использование Frost 3D и Frost.ГТМ в процессе геотехнического мониторинга предоставляет уникальный сервис – **«Цифровой инженерно-геокриологический двойник»**, который выполняет следующие функции:

- визуализация текущего состояния грунтов на всей территории предприятия;
- численный геокриологический прогноз состояния грунтов на основании данных мониторинга;
- автоматическое оповещение о негативных трендах при отклонении от допустимых значений.
- расчет несущей способности свай в режиме реального времени и прогноз их состояния на несколько лет вперед на основании актуальных данных мониторинга;
- контроль уровня грунтовых вод и определение их влияния на температурный режим и деформации грунтов оснований;
- ретроспективный анализ с целью адаптации модели.

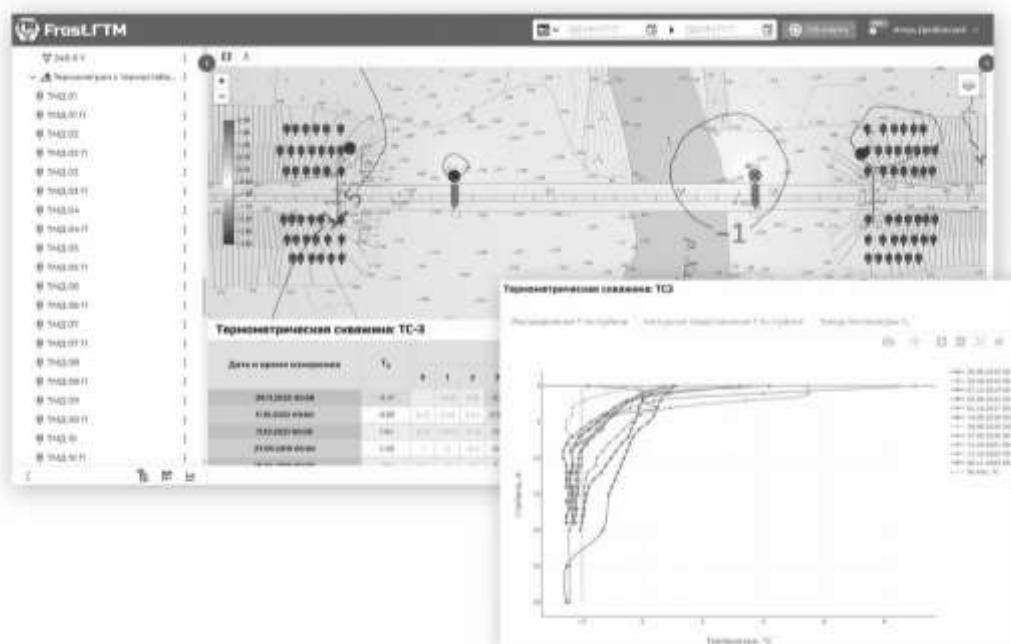


Рис.5. Визуализация данных геотехнического мониторинга мостового перехода во Frost.ГТМ

Литература

- 1 Ковенькин Д. А., Насников Д. Н., Чернецкая И. С. Применение программного комплекса Frost 3D для проведения прогнозных теплотехнических расчетов земляного полотна //Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2022. – №. 3 (75). – С. 80-90.
- 2 Дембовский И. Н. Frost.ГТМ – инструмент для ведения геотехнического мониторинга в условиях криолитозоны / Технологии обустройства нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений : Сборник тезисов V научно-технической конференции, Томск, 21–22 сентября 2022 года / Отв. редактор А.Г. Чернов. – Томск: Акционерное общество «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа», 2022. – С. 147-152.