

Разработка модуля визуализации для программы спутникового геодезического мониторинга

Д. С. Мамаев^{1}, А. В. Мареев¹, А. П. Карпик¹, М. В. Фролова¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: mamaev.s.d@gmail.com

Аннотация. В статье представлена разработка модулей для визуализации схемы сети спутникового геодезического мониторинга и визуализация расположения оборудования на BIM модели геотехнического объекта. Современные сложные инженерные сооружения в результате влияния природных воздействий различного характера могут испытывать значительные нагрузки, которые приводят к нарушению целостности сооружения. Представленное на российском рынке программное обеспечение для спутникового геодезического мониторинга, имеет высокую стоимость даже для крупных компаний. Для решения данной проблемы было создано программное обеспечение с открытым исходным кодом для автоматизированного спутникового геодезического мониторинга MonCenter. В разрабатываемом программном обеспечении отсутствуют модули визуализации для отображения схемы сети мониторинга и расположения датчиков на BIM модели для извлечения некоторой информации о самом сооружении, например, материалы стен, этажность, координаты углов и центра, чтобы считать крены. Это следующий шаг на встречу модулю проектирования системы мониторинга на инженерных сооружениях и природной среды. Также в статье представлено дальнейшее развитие проекта.

Ключевые слова: MonCenter, BIM, IFC, ГИСС, геодезический мониторинг, схема сети

Development of a visualization module for a satellite geodetic monitoring program

D. S. Mamaev^{1}, A. V. Mareev¹, A. P. Karpik¹, M. V. Frolova¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: mamaev.s.d@gmail.com

Abstract. The article presents the development of modules for visualization of the satellite geodetic monitoring network scheme and visualization of the location of equipment on a BIM model of a geotechnical object. Modern complex engineering structures, as a result of the influence of natural influences of various kinds, can experience significant loads that lead to a violation of the integrity of the structure. The software for satellite geodetic monitoring presented on the Russian market has a high cost even for large companies. To solve this problem, open source software for automated satellite geodetic monitoring MonCenter was created. In the software being developed, there are no visualization modules for displaying the monitoring network diagram and the location of sensors on a BIM model to extract some information about the structure itself, for example, wall materials, number of floors, coordinates of corners and center, in order to count.

Keywords: MonCenter, BIM, IFC, ГИСС, geodetic monitoring, network diagram

Современные сложные инженерные сооружения в результате влияния природных воздействий различного характера, таких как ветер, большие перепады температур и подвижки грунта, могут испытывать значительные статические и динамические нагрузки, вызывающие перенапряжение и деформацию несущих конструктивных элементов, которые приводят к нарушению целостности, разрушению и перемещению сооружения в пространстве. Представленное на российском рынке оборудование и программное обеспечение для спутникового геодезического мониторинга, имеет высокую стоимость даже для крупных компаний.

MonCenter – программное обеспечение с открытым исходным кодом [6] для автоматизированного спутникового геодезического мониторинга (<https://github.com/DanielMamaev/MonCenter.git>) (рис. 1) [1]. Целевое назначение разработанной программы – выявление долго периодических деформаций в конструкциях инженерных сооружений [7] и земной коре по данным продолжительного ГНСС-мониторинга [4].

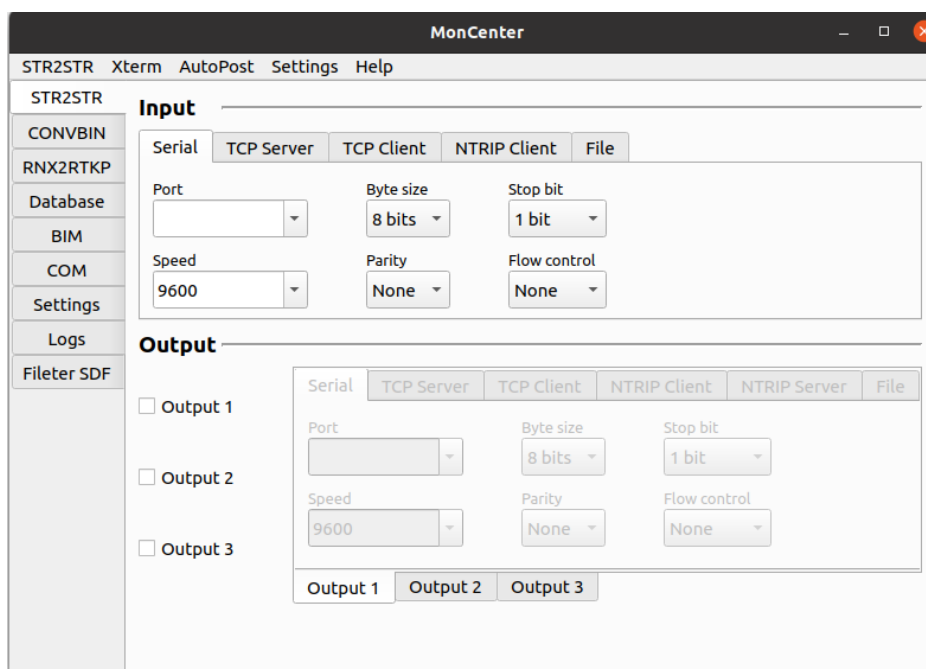


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения MonCenter

В программе Moncenter реализованы следующие функции:

- коммуникация с ГНСС-оборудованием разных производителей;
- конвертация измерений файлообменные форматы;
- обработка измерений и наполнение базы данных (БД) спутникового мониторинга;
- оповещение пользователя о состоянии объекта мониторинга;
- резервное копирование базы данных мониторинга.

В связи с этим программное обеспечение MonCenter для малобюджетного геотехнического и геодинамического ГНСС мониторинга является актуальным направлением.

Визуализация данных – это наглядное представление различной информации. Визуальная информация лучше воспринимается и позволяет быстро и эффективно донести до зрителя собственные мысли и идеи. Физиологически, восприятие визуальной информации является основной для человека.

Цель текущего этапа разработки это – реализация модуля визуализации для программы спутникового геодезического мониторинга (MonCenter). В настоящий момент в MonCenter не реализована визуализация данных, что ограничивает его внедрение.

Для достижения цели текущего этапа работ следовало решить следующие задачи:

- визуализация схемы сети спутникового геодезического мониторинга;
- визуализация расположения оборудования на ВМ модели геотехнического объекта.

Первое решение задачи – это визуализация схемы сети спутникового геодезического мониторинга на карте [8, 9]. Это необходимо для проектирования системы мониторинга, ее поддержки и развития.

Алгоритм для визуализации схемы сети спутникового геодезического мониторинга на карте реализован следующим образом (рис. 2). MonCenter выполняет запрос, в которой находятся данные о базовых линиях, координаты пунктов, а также дополнительная информация о пунктах. Далее выполняется подготовка данных для визуализации пунктов и базовых линий на карте. В процессе подготовки создается словарь, где ключ – это название пункта, значение – координаты пункта. Далее открывается карта Open Street Map на которую наносятся пункты и базовые линии (рис. 3).

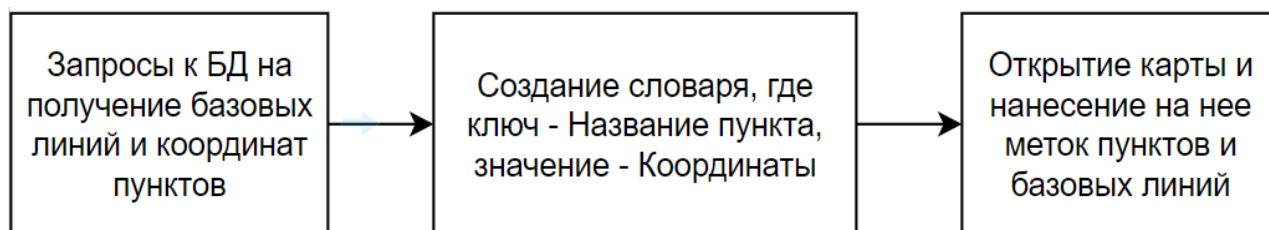


Рис. 2. Алгоритм работы визуализации схемы сети

Следующая задача – это визуализация расположения оборудования на ВМ модели геотехнического объекта. Трехмерная модель ВМ [2, 3] – это полный информационный ресурс, посредством которого удобно управлять документами, моделированием и координацией на протяжении любого периода работы с объектом.

Алгоритм работы визуализации расположения оборудования на ВМ модели геотехнического объекта реализован следующим образом (рис. 4). Для начала производится позиционирование ВМ-модели в системе координат ITRF, например, в Autodesk Revit, экспортируется ВМ-модель в формат IFC и загружается в программу MonCenter. Программа определяет смещения между

конструкцией и датчиками в системе координат ITRF, объединяет файла IFC датчиков с файлом IFC конструкции и на выходе мы получаем итоговый файл IFC с расставленными датчиками на инженерном сооружении, который можно открыть, например, в программном обеспечении для создания трёхмерной компьютерной графики Blender (рис. 5).

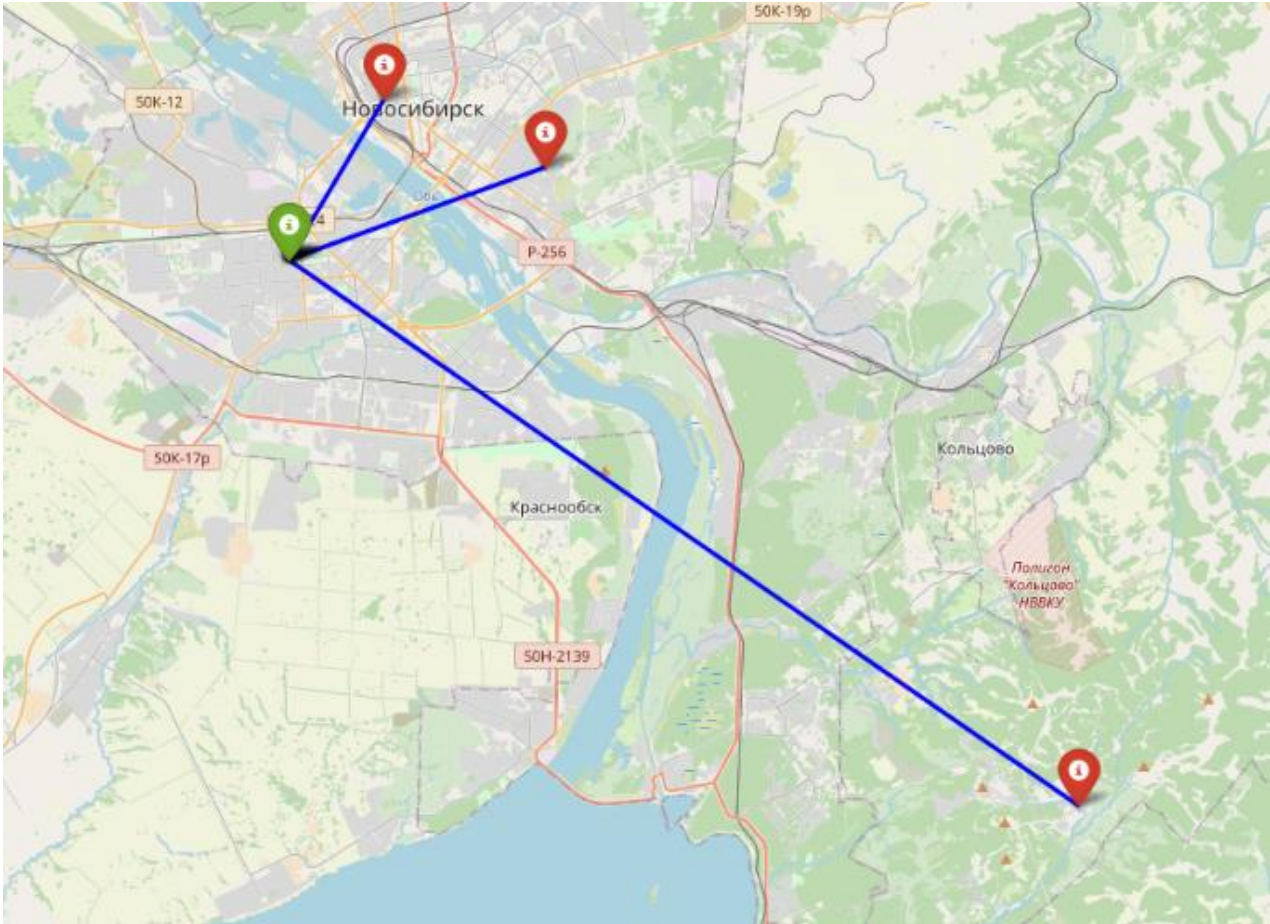


Рис. 3. Отображение схемы сети на карте

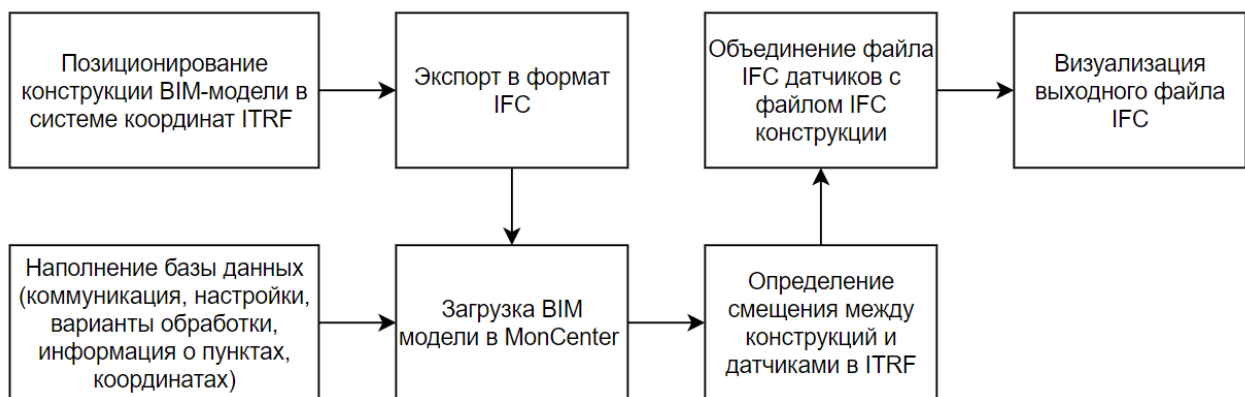


Рис. 4. Алгоритм работы визуализации расположения оборудования на BIM модели

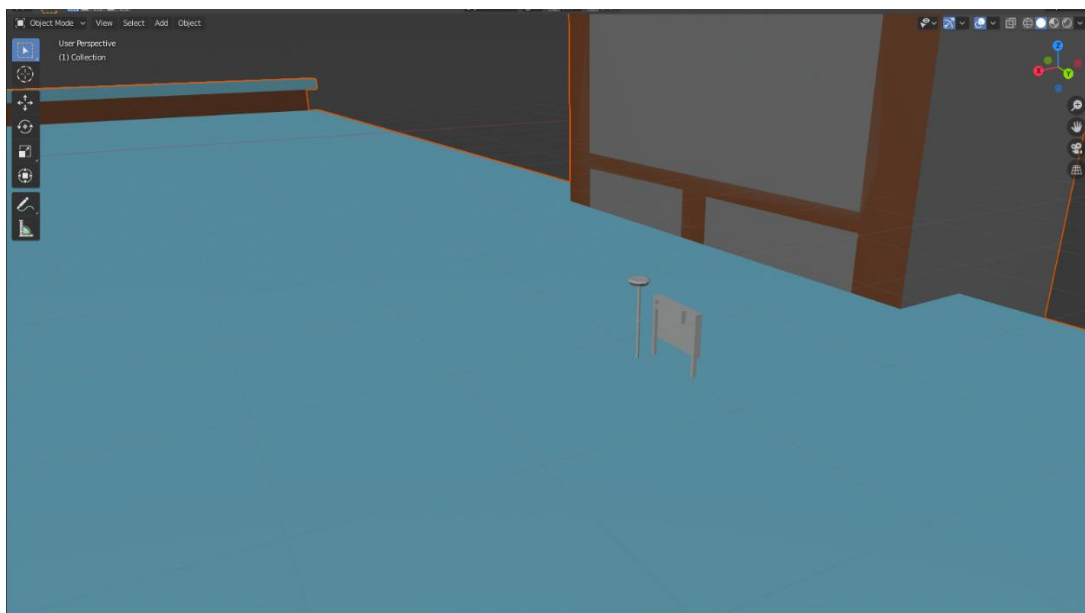


Рис. 5. Отображение ГНСС датчика на крыше лабораторного корпуса СГУГиТ

Визуализация расположения оборудования на BIM модели геотехнического объекта – это первый шаг на встречу модуля проектирования системы мониторинга на инженерных сооружениях. Это маленький кусочек большой задачи. Необходимо отображать датчики на самом объекте, а также желательно извлекать из BIM модели некоторую информацию о самом сооружении, например, материалы стен, этажность, координаты углов и центра, чтобы считать крены.

Дальнейшее развитие проекта будет заключаться в следующем:

- привязка к IGS Site Information Form (site log) [10];
- создание модуля для массовой переобработки сырых файлов, полученных с ГНСС-приемника с возможностью настройки;
- реализация фильтрации для улучшения качества получаемых координат с помощью ГНСС-приемника. Например, устранение переотраженного сигнала, который влияет на точность [5];
- создание кинематической, статической, динамической модели для анализа и прогноза дальнейшего поведения геотехнического и геодинамического объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамаев, Д. С. Разработка программного обеспечения для геодинамического и геотехнического ГНСС мониторинга / Д. С. Мамаев, П. Ю. Бугаков // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 7. – № 2. – С. 114-120. – EDN VNNKJS.
2. Жахина, У. А. Особенности BIM. Опыт применения BIM в России / У. А. Жахина, Л. Р. Епифанцева // Новые технологии - нефтегазовому региону : Материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 17–18 мая 2018 года / Ответственный редактор П.В. Евтин. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 175-177. – EDN YANFEL.

3. Королев, А. В. Вm-технологии, b1m-технологии, без которых строительству не жить! / А. В. Королев // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2016. – № 1. – С. 20-22. – EDN ZHFAHY.
4. Кроненброк, Д. В. Применение технологий ГНСС для деформационного мониторинга сооружений / Д. В. Кроненброк // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2012. – № 1(17). – С. 29-40.
5. Фялковский, А. Л. Разработка и исследование технологических решений повышения качества геодезического мониторинга динамических объектов с использованием ГНСС : специальность 25.00.32 "Геодезия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фялковский Алексей Леонидович. – Москва, 2015. – 22 с.
6. Шевчук, С. О. Перспективы использования свободного программного обеспечения для постобработки ГНСС-измерений / С. О. Шевчук, К. И. Малютин, Л. А. Липатников // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2018. – Т. 23. – № 1. – С. 65-84. – EDN LBKMIN.
7. Шульц, Р. В. Опыт использования современных технологий в задачах геодезического мониторинга высотных зданий / Р. В. Шульц, А. А. Анненков, Н. В. Куличенко // Вестник МГСУ. – 2016. – № 1. – С. 80-93.
8. Герасименко, М. Д. Оптимальное проектирование схемы деформационных геодезических сетей / М. Д. Герасименко, М. Касахара, Н. В. Шестаков // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2002. – № 4. – С. 21-35. – EDN VKQDFJ.
9. Маркузе, Ю. И. Структурная схема мониторинга и алгоритм анализа деформаций земной коры по результатам спутниковых измерений на пунктах региональных референцных сетей / Ю. И. Маркузе, Х. К. Ямбаев // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 6. – С. 30-36. – EDN TFSABB.
10. Бородин, Д. И. Служба ИГС, программа по созданию международного каркаса / Д. И. Бородин // Материалы международного научно-образовательного форума Бургас. – 2014. – № 1(5). – С. 33-39. – EDN SXKSHN.

© Д. С. Мамаев, А. В. Мареев, А. П. Карпик, М. В. Фролова, 2022