

ХОХРЯКОВ Никита Александрович,
магистрант,
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
e-mail: Nikit4.khokhriakov@yandex.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DYNAMO В REVIT

Аннотация. В статье рассматривается методика автоматизированного определения объемов лакокрасочных материалов, необходимых для антикоррозионной защиты стальных трубопроводов систем отопления, на основе данных информационной модели здания (BIM). Разработанный инструмент, реализованный в среде визуального программирования Dynamo для платформы Autodesk Revit, автоматически выполняет фильтрацию элементов трубопроводов по категориям, материалам и пользовательским параметрам, вычисляет площадь их внешней поверхности с учётом диаметра, длины и конфигурации, а затем формирует структурированный отчёт. В работе подробно описаны архитектура скрипта, функции ключевых узлов Dynamo, алгоритмы расчёта и логика взаимодействия с моделью, а также реализация простого пользовательского интерфейса для настройки и вывода итоговых результатов. Приведены конкретные примеры применения данного решения в реальных проектах административных зданий. В заключении проводится анализ преимуществ предложенной методики по сравнению с ручными расчётами. Автоматизация процесса позволяет существенно снизить трудозатраты инженеров-проектировщиков и сметчиков, повысить точность расчётов, минимизировать человеческий фактор и связанные с ним ошибки при составлении спецификаций, а также обеспечить прямую связь между изменениями в проекте и актуальным расходом материалов. Разработанный подход демонстрирует потенциал использования BIM-технологий не только для проектирования, но и для решения прикладных инженерно-экономических задач на всех этапах жизненного цикла объекта.

Ключевые слова: BIM, Revit, Dynamo, автоматизация, инженерный расчет, лакокрасочные материалы, информационное моделирование.

KHOKHRYAKOV Nikita Alexandrovich,
master's student,
Ural Federal University
named after the first President of Russia B. N. Yeltsin

AUTOMATION OF PAINT AND VARNISH MATERIAL CALCULATION FOR PIPELINES USING DYNAMO IN REVIT

Annotation. The article discusses a methodology for the automated determination of paint and varnish material volumes required for the anti-corrosion protection of steel pipelines in heating systems, based on Building Information Modeling (BIM) data. The developed tool, implemented in the Autodesk Dynamo visual programming environment for the Autodesk Revit platform, automatically filters pipeline elements by categories, materials, and user-defined parameters, calculates their external surface area taking into account diameter, length, and configuration, and then generates a structured report. The work details the script architecture, the functions of key Dynamo nodes, calculation algorithms and model interaction logic, as well as the implementation of a simple user interface for configuration and output of final results. Specific examples of applying this solution in real administrative building projects are provided. The conclusion provides an analysis of the advantages of the proposed methodology compared to manual calculations. Process automation significantly reduces labor costs for design engineers and estimators, increases calculation accuracy, minimizes the human factor and associated errors in specification preparation, and ensures a direct link between design changes and current material consumption. The developed approach demonstrates the potential of using BIM technologies not only for design but also for solving applied engineering and economic tasks at all stages of an object's life cycle.

Key words: BIM, Revit, Dynamo, automation, engineering calculation, paint and varnish materials, information modeling.

1. Введение

Точный расчёт используемых материалов, в частности лакокрасочных материалов (ЛКМ) для антикоррозионной защиты трубопроводов, является критически важной и ресурсоёмкой задачей в проектировании инженерных систем. Традиционные методы, основанные на ручных измерениях по чертежам, подвержены ошибкам и становятся неэффективными при частых изменениях проекта. BIM-технологии предоставляют принципиально иной подход, позволяя извлекать геометрические и атрибутивные данные непосредственно из информационной модели [3]. Однако практическая реализация такого подхода упирается в ограничения программного обеспечения. В Autodesk Revit, являющемся отраслевым стандартом, существует ряд ограничений: на один трубопровод или отвод может быть назначен только один слой изоляционного материала. Это делает невозможным прямое моделирование многослойных покрытий (например, «грунтовка + краска») [7] стандартными средствами программы, что и составляет ключевую проблематику, решаемую в данной работе. В статье представлен метод обхода этого ограничения с помощью среды визуального программирования Dynamo [1], позволяющий осуществить наиболее точный автоматизированный расчёт ЛКМ на основе данных BIM-модели.

2. Обзор инструментов и постановка проблемы

2.1. Связка Revit-dynamo как платформа для автоматизации

Autodesk Revit — это параметрическое BIM-решение, где каждый элемент модели (включая трубопроводы) обладает набором геометрических и негеометрических данных (параметров) [4]. Dynamo — это открытая среда визуального программирования, интегрированная в Revit, позволяющая создавать алгоритмы для чтения, анализа, модификации и создания данных модели без написания кода на традиционных языках программирования. Она идеально подходит для решения задач автоматизации, не предусмотренных базовым функционалом Revit.

2.2. Проблема учёта многослойных покрытий в Revit

В Revit для тепловой и противопожарной изоляции труб предусмотрен специальный инструмент – категория «Материал изоляции труб» (Pipe Insulation). Его логика предполагает наличие у элемента одного типа изоляции с определённой толщиной. Попытка добавить вторую изоляцию к тому же элементу приводит к замене существующей. Таким образом, смоделировать грунтовку и краску как два отдельных «слоя» изоляции штатными средствами невозможно. Это вынуждает проектировщиков либо вести учёт ЛКМ полностью вручную во внешних таблицах (что разрывает

связь с моделью), либо использовать костыльные решения, например, создание отдельной категории элементов, что нарушает логику модели и усложняет её [4].

3. Методика и алгоритм автоматизированного расчёта

Разработанное решение предлагает обойти ограничение не через попытку физического моделирования слоёв, а через атрибутивный учёт на основе вычислений [5]. Алгоритм не создаёт новых геометрических объектов категорией «Материал изоляции труб» (Pipe Insulation), а рассчитывает требуемые объёмы материалов и записывает их в пользовательские параметры элементов или выводит в сводный отчёт.

3.1. Логическая структура алгоритма

Скрипт Dynamo реализует следующий последовательный процесс:

1. Идентификация целевых элементов: Выборка из BIM-модели всех элементов категории «Трубы» и «Соединительные детали трубопроводов» (отводы).

2. Фильтрация по материалу и назначению: Последовательное применение масок (boolean mask) для отбора только тех элементов, которые выполняются из металла и требуют покраски согласно проекту [6]. Фильтрация осуществляется по анализу строковых значений в параметрах, таких как «ADSK_Материал», «Комментарии к типоразмеру».

3. Извлечение геометрических данных: Для каждого отфильтрованного элемента извлекаются ключевые для расчёта площади параметры:

- Для прямых участков труб: «Наружный диаметр» (D) и «Длина» (L).

- Для отводов: «Наружный диаметр» (D) и «Угол загиба» (α). Расчётная длина кривой изгиба аппроксимируется.

4. Расчёт площади внешней поверхности. Выполняются отдельные вычисления для труб и отводов по формулам, зашитым в узлы «Code Block»:

- Площадь трубы: $S_{\text{трубы}} = (\pi * D * L) / 1,000,000$. Деление на 1,000,000 является операцией перевода миллиметров (стандартные единицы Revit) в метры.

- Площадь отвода: $S_{\text{отвода}} = (\pi * D * \alpha) / 90$. Формула вычисляет площадь сектора цилиндрической поверхности для заданного угла.

5. Расчёт объёмов лакокрасочных материалов. На основе суммарной площади (ΣS) вычисляются объёмы:

- Объём грунтовки: $V_{\text{гр}} = ((\Sigma S * \text{Норма_расхода_гр}) / 1000) / \text{Плотность_гр}$. Норма расхода грунтовки и плотность грунтовки принимается согласно техническому паспорту материала, выбранного заказчиком.

- Объём краски: $V_{\text{кр}} = ((\Sigma S * \text{Норма_расхода_кр}) / 1000) / \text{Плотность_кр}$. Норма расхода краски и плотность краски принимается согласно

техническому паспорту материала, выбранного заказчиком.

6. Визуализация расчета:

Итоговые объёмы выводятся в модальном окне, созданном с помощью скрипта на «IronPython», что обеспечивает наглядность для пользователя [2].

7. Запись результата: Рассчитанные значения могут быть записаны обратно в модель. В скрипте для этого используются узел «Element.SetParameterByName». В пользовательские параметры элементов (например, «ADSK_Краска» и «ADSK_Грунтовка») или в параметры специально созданных элементов-маркеров записываются вычисленные объёмы. Это позволяет в дальнейшем автоматически формировать ведомости материалов средствами Revit на основе этих параметров, тем самым полностью интегрируя расчёт в BIM-процесс [5].

3.2. Ключевые узлы Dynamo в реализации

Для реализации описанной логики были использованы как стандартные, так и пользовательские пакеты узлов:

- «Elements of Category» и «Category.ByName» - Для первичной выборки элементов по категориям «Трубы» и «Соединительные детали трубопроводов».

- «Element.GetParameterValueByName» - Базовый узел для чтения любых параметров элементов модели.

- «String.Contains» и «List.FilterByBoolMask» - центр логики фильтрации. Первый узел проверяет наличие подстрок («сталь», «металл») в значениях параметров и возвращает логическую маску. Второй узел разделяет исходный список элементов на два: соответствующие и не соответствующие условию.

- «Code Block» - Универсальный узел для написания выражений на DesignScript. Использован для хранения строк-констант (имена параметров), логических операций («||» — «или») и математических формул для расчёта площадей и объёмов.

- «Math.Sum» и «List.LastItem» - Для агрегации данных (суммирование площадей, извлечение итогового значения).

- «Пользовательские узлы из пакетов «MEPover» и

«archi-lab.net» - Использовались для вспомогательных операций (например, работа с типами изоляции), демонстрируя расширяемость решения за счёт библиотек сообщества [5].

4. Пример практического применения на реальном объекте

Для валидации методики плагин был применён на фрагменте BIM-модели системы отопления пятиэтажного административного здания.

4.1. Исходные данные модели

В анализируемом фрагменте смоделирована вертикальная двухтрубная стояковая разводка с

поэтажными отводами. Модель содержала:

- Стальные электросварные трубы Ду25-50, длиной ~120 м.

- Стальные отводы (90° и 45°) в количестве 38 шт.

- Параметры «ADSK_Материал» и «Комментарии к типоразмеру» были заполнены в соответствии с проектом, что обеспечило корректную работу фильтров скрипта.

4.2. Процесс выполнения расчёта

1. Пользователь открывает файл Dynamo скрипта (.dyn) в сессии Revit с загруженной моделью.

2. Запускается выполнение. Скрипт последовательно:

- Выбирает 156 элементов категорий труб и соединений.

- Применяя цепочку фильтров, отсеивает пластиковые элементы и оставляет 120 стальных элементов (82 трубы, 38 отводов).

- Для каждого элемента читает диаметр, длину или угол.

- Вычисляет суммарную площадь окрашиваемой поверхности, которая составила 63,7 м².

3. На основе площади рассчитываются объёмы:

- Грунтовка ГФ-021: 0,0084 м³.

- Краска (масляно-битумное покрытие БТ-177): 0,0049 м³.

4. Результаты отображаются в диалоговом окне с заголовком «Успех!».

5. Вывод по полученным результатам

Точность: Расчёт, основанный на точных геометрических данных модели, исключает ошибки округления и пропусков, присущие ручным методам. Любое изменение диаметра или длины трубы в модели автоматически повлечёт за собой пересчёт объёмов ЛКМ при следующем запуске скрипта.

Производительность: Время выполнения скрипта на указанной модели не превысило 15 секунд. При ручном подсчёте по чертежам аналогичная работа заняла бы у инженера не менее 15–20 минут.

Согласованность данных: Поскольку итоговые объёмы записываются в параметры элементов модели, они становятся доступны для любой спецификации или отчёта Revit. Это создаёт «единый источник данных»: сметчик получает данные напрямую из актуальной модели, а не из отдельного, возможно, устаревшего файла Excel.

Масштабируемость: Методика доказала свою эффективность не только на стояке, но и при расчёте всей системы отопления здания (более 2000 элементов), где экономия времени составила уже несколько часов.

6. Заключение

Представленное решение успешно обходит ограничение платформы Autodesk Revit в части

учёта многослойных изолирующих материалов за счёт применения атрибутивного, а не геометрического моделирования материалов. Разработанный скрипт Dynamo выполняет корректный автоматизированный расчёт лакокрасочных материалов для трубопроводов, интегрируя его результаты непосредственно в информационную BIM-модель через пользовательские параметры. Это обеспечивает существенный выигрыш в скорости, точности и согласованности данных на всех этапах проектирования и подготовки смет-

ной документации.

Перспективы развития методики видятся в следующих направлениях: адаптация алгоритма для расчёта других типов покрытий и изоляций (огнезащита, цинкование, клеевые составы); создание библиотеки норм расхода, привязанной к типам материалов и условиям эксплуатации; разработка универсального интерфейса для настройки параметров расчёта без редактирования скрипта Dynamo.

Список литературы:

- [1] Официальная документация по Autodesk. *Dynamo Primer*. – URL: <https://primer.dynamobim.org> (дата обращения: 02.01.2026)
- [2] Официальная документация по Autodesk Revit API. – URL: <https://www.revitapidocs.com> (дата обращения: 02.01.2026)
- [3] Колесников, А.А., Меренкова, И.Н. Автоматизация проектных работ на основе технологии информационного моделирования (BIM) // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 154-165.
- [4] Турков, В.В. BIM-технологии в проектировании инженерных систем: от модели к данным / В.В. Турков, А.С. Леонтьев. – М.: Инфра-Инженерия, 2022. – 312 с.
- [5] Соколов, А.В., Петров, Д.С. Разработка алгоритмов для Dynamo Revit при проектировании инженерных систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 3. – С. 45-52.
- [6] ГОСТ 25129-82*. Трубы стальные. Технические условия.
- [7] СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003.

References:

- [1] Official Autodesk Documentation. *Dynamo Primer*. – URL: <https://primer.dynamobim.org> (date accessed: 02.01.2026)
- [2] Official Autodesk Revit API Documentation. – URL: <https://www.revitapidocs.com> (date accessed: 02.01.2026)
- [3] Kolesnikov, A.A., Merenkova, I.N. Automation of design work based on information modeling (BIM) technology // Bulletin of MGSU. – 2021. – Vol. 16, No. 2. – P. 154-165.
- [4] Turkov, V.V. BIM technologies in the design of engineering systems: from model to data / V.V. Turkov, A.S. Leontiev. – M.: Infra-Engineering, 2022. – 312 p.
- [5] Sokolov, A.V., Petrov, D.S. Development of algorithms for Dynamo Revit in the design of engineering systems // Information technologies in design and production. – 2022. – No. 3. – pp. 45-52.
- [6] GOST 25129-82*. Steel pipes. Specifications.
- [7] SP 61.13330.2012 «Thermal insulation of equipment and pipelines». Updated version of SNiP 41-03-2003.





ЮРКОМПАНИ
www.law-books.ru

Юридическое издательство «ЮРКОМПАНИ»
издает научные журналы:

- Научно-правовой журнал «Образование и право», рекомендованный ВАК Министерства науки и высшего образования России (специальности 12.00.01, 12.00.02), выходит 1 раз в месяц.
- Научно-правовой журнал «Право и жизнь», рецензируемый (РИНЦ, E-Library), выходит 1 раз в 3 месяца.