

УДК 004.94

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.33.2.009](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.33.2.009)

Автоматизированный учет расхода материалов при проведении плановых ремонтов

Р.А. Лобанов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Российская Федерация

Резюме. В данной статье излагается подход к учету расхода материалов при проведении плановых ремонтов на этапе проектирования объекта с помощью автоматизированного приложения. Анализ использования информационных моделей объектов капитального строительства позволил сделать вывод о том, что производить расчет затрат на эксплуатацию и строительство необходимо на этапе проектирования. При строительстве жилого капитального объекта важно сразу производить расчет затрат не только на строительство, но и затраты во время эксплуатации. На данный момент такой расчет производят вне информационной модели и не учитывают ряд факторов, которые оказывают влияние на итоговую стоимость. Данный подход не позволяет получить точных результатов расчета. При расчете эксплуатационных затрат среди прочего следует учитывать затраты на плановый текущий ремонт. Для того, чтобы более точно рассчитать затраты на плановые ремонты, необходимо спрогнозировать расход материалов при проведении этих ремонтов. Для этого был разработан алгоритм, на базе которого создано автоматизированное приложение учета расхода материалов при проведении плановых ремонтов, использующее для произведения расчетов данные из информационной модели объекта. Применение для таких расчетов систем автоматизированного проектирования на основе данных, содержащихся в информационной модели объекта, позволит избежать трудоемких аналитических расчетов и неизбежных ошибок. Результаты работы автоматизированной системы позволят более точно оценить стоимость эксплуатации объекта после его ввода в эксплуатацию.

Ключевые слова: информационная модель, автоматизация, системы автоматизированного проектирования, расчет эксплуатации, моделирование, ремонт.

Для цитирования: Лобанов Р.А. Автоматизированный учет расхода материалов при проведении плановых ремонтов. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2021;9(2). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=919> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.33.2.009

Automated accounting of materials consumptions when carrying out routine repairs

R.A. Lobanov

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)»,
Moscow, Russian Federation*

Abstract: This article outlines an approach to accounting for material consumption during scheduled repairs at the design stage of an object using an automated application. An analysis of information models use for capital construction objects has led us to conclude that it is necessary to calculate the costs of operation and construction at the design stage. When building a residential building, it is essential to calculate right from the beginning the costs not only for construction but also expenses in service. On the day, such a calculation is performed outside the information model and does not recognize several factors that affect the final cost. This approach does not provide accurate calculation results. When calculating operating costs,

among other things, costs of scheduled maintenance should be reckoned. It is necessary to predict the consumption of materials during these repairs to calculate the expenses of operating costs. An algorithm was developed, based on which an automated application was created for accounting for the consumption of materials during scheduled repairs, using data from the information model of the object to perform calculations. The use of computer-aided design systems for such calculus based on the data contained in the information model of the facility will avoid time-consuming analytical calculations and inevitable errors. The results of the automated system work will make it possible to assess the cost of operating the facility after its commissioning more accurately.

Keywords: information model, automation, computer-aided design systems, operation calculation, modeling, repair.

For citation: Lobanov R.A. Automated accounting of materials consumptions when carrying out routine repairs. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2021;9(2). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=919> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.33.2.009 (In Russ).

Введение

В настоящее время совершенно невозможно эффективно обрабатывать всю информацию, которая накапливается в процессе проектирования и строительства объекта. Поток этой информации не прекращается даже тогда, когда здание уже спроектировано, построено и введено в эксплуатацию. В связи с этим последовало создание концепции создания информационных моделей объектов. Информационное моделирование зданий – в мире сокращенно BIM – это процесс создания информационной модели здания.

В процессе ввода в эксплуатацию жилых зданий встает вопрос стоимости эксплуатации объектов. При наличии нескольких вариантов расчета эксплуатационных затрат, которые в свою очередь основаны на различных вариантах использования материалов и комплектации объекта инженерными системами, заказчик может выбрать наиболее оптимальный для него. Статьи о вопросах изучаемой проблемы, опубликованные в международных научных изданиях, дали возможность взглянуть на актуальный вопрос с точки зрения иностранных коллег.

Как правило стоимость эксплуатационных затрат сильно зависит не только от ряда внешних факторов, но и от типа конструкций объекта, используемых материалов, количества проживающих человек и т.д. Поэтому на стадии проектирования целесообразно обеспечить экономичность не только процесса строительства объекта, но и его эксплуатации. Экономичность, возможно, обеспечить снижением эксплуатационных издержек, которые составляют 90% от всех затрат за жизненный цикл объекта.

Очевидно, что разработка алгоритмов определения расходов во время эксплуатации объекта должна быть инициирована и завершена до ввода объекта в эксплуатацию. Следовательно, исключается возможность использования реальных данных о воздушных, тепловых и влажностных режимах объекта в разнообразных условиях эксплуатации. Единственным способом является аналитическая оценка.

Стоимость эксплуатации объекта зависит как от материалов различных конструкций, проектных решений, так и от режима эксплуатации объекта, к показателям которого можно отнести тип и количество техники и оборудования. Оценка этих и других факторов позволяет на этапе проектирования объекта рассчитать близкую к реальным условиям стоимость эксплуатации объекта.

В России существует большое количество строительных компаний, предоставляющих на первый взгляд весь спектр услуг, от проектирования объекта до его внутренней отделки, включая составление предварительной сметы, однако следует подчеркнуть, что лишь 3% опрошенных строительных компаний предоставляет заказчику информацию о стоимости эксплуатационных расходов на возводимый объект. Стоит заметить, что подобный расчет может кардинально влиять на решение заказчика о строительстве.

При расчете эксплуатационных затрат среди прочего следует учитывать затраты на плановый текущий ремонт. Для того чтобы более точно рассчитать затраты на плановые ремонты необходимо спрогнозировать расход материалов при проведении этих ремонтов.

Цель работы заключается в разработке системы автоматизированного учета расхода материалов, обеспечивающей предварительный прогноз на этапе проектирования объекта.

Четко определенная цель позволяет выявить основные задачи, направленные на ее реализацию:

- Анализ нормативной документации, регламентирующей направление информационного моделирования объектов;
- Анализ существующих подходов к информационному моделированию объектов;
- Выявление необходимости разработки системы автоматизированного учета расхода материалов, обеспечивающей предварительный прогноз на этапе проектирования объекта;
- Разработка алгоритма автоматизированного учета материалов;
- Разработка системы автоматизированного учета расхода материалов.

Объектом исследования служит информационная модель объекта строительства.

Применение для таких расчетов систем автоматизированного проектирования на основе данных, содержащихся в информационной модели объекта, позволит избежать трудоемких аналитических расчетов и неизбежных ошибок. Тема является актуальной, потому что результаты работы разрабатываемой автоматизированной системы позволят более точно оценить стоимость эксплуатации объекта после его ввода в эксплуатацию.

Методы и материалы

Для того, чтобы поддерживать строительные конструкции и инженерное обеспечение в рабочем состоянии необходимо производить плановый текущий ремонт. Он необходим для поддержания работоспособности и защиты конструкций от раннего разрушения. Все материалы, используемые при строительстве здания, подвержены естественному распаду из-за старения. При проектировании срок службы элементов подразумевается при нормальном обслуживании. Например, предполагается, что деревянный элемент окрашивается через равные промежутки времени. Например, считается, что древесина теряет 40% своей прочности за 5 десятилетий. Теперь, если древесина останется без обслуживания, то есть без возобновления окраски поверхности, у деревянного элемента появятся признаки преждевременного разрушения, и через 5 десятилетий его прочность будет намного меньше, чем предполагалось.

В рамках проведения текущего ремонта производится ремонт различных составных частей здания. Список этих частей входит в нормативную и техническую документацию в составе объекта строительства, например: печи; внутренняя отделка; водопровод и канализация, вентиляция; крыши; оконные и дверные заполнения;

фундамента; стен и элементов фасада; перегородки; лестницы, балконы, крыльца; перекрытия; системы отопления и др.

В ходе разработки информационной модели объекта в базе данных накапливается необходимая информация о каждом из элементов для расчета расходов на плановые текущие ремонты.

В настоящий момент в соответствии с методикой расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат формула для расчета затрат имеет следующий вид:

$$\text{СЖЦ} = Z_{\text{ед}} * E_k * R + Z_{\text{пер}} * Gk * T * K * R \quad (1)$$

где:

СЖЦЗ – стоимость затрат жизненного цикла;

$Z_{\text{ед}}$ – единовременные затраты, необходимые для всех этапов жизненного цикла здания;

$Z_{\text{пер}}$ – совокупность периодических затрат, которые необходимы в процессе эксплуатации здания;

E_k – коэффициент учета класса энергоэффективности здания;

G_k – коэффициент «зелености»;

T – количество периодов проведения ремонтов и замены оборудования в течение планового срока эксплуатации (жизненного цикла) для каждого элемента расчета;

K – поправочный коэффициент, учитывающий сезонность, и/или отклонение от нормативов;

R – фактор дисконтирования.

Расчет расходов (затрат) на эксплуатацию и ремонт включает расходы на капитальный ремонт и периодические расходы на эксплуатацию и текущий ремонт здания, производимый в период до капитального ремонта. Размер затрат на текущий и капитальный ремонт конструкций и систем зависит от их срока службы, физического и функционального износа. Отправной точкой для анализа будущих затрат, связанных с заменой оборудования, служит первоначальная стоимость этого оборудования с учетом индексации и дисконтирования затрат на приобретение нового оборудования.

Затраты периодические рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{пер}} = PЭ + (PТ + PК) + PС \quad (2)$$

где:

$Z_{\text{пер}}$ – затраты периодические;

$PЭ$ – расходы на эксплуатацию общедомового имущества;

$PТ$ – затраты на ремонт текущий общедомового имущества;

$PК$ – затраты на ремонт капитальный общедомового имущества;

$PС$ – расходы на содержание общего имущества дома.

Затраты на ремонт здания определяются как среднегодовые в течение периода эксплуатации здания. Они исчисляются как сумма произведений средневзвешенных затрат на текущий (плановый) ремонт за расчетный период:

$$PТ = T * (PП_1 * N_1 + PП_2 * N_2 + \dots + PП_n * N_n) / (N_1 + N_2 + \dots + N_n) \quad (3)$$

где:

$PТ$ – затраты на текущий ремонт;

T – продолжительность периода с момента начала расчета до начала периода проведения первого капитального ремонта здания;

$PП_1, PП_2, \dots, PП_n$ – суммы затрат на проведение плановых ремонтов по видам (1,2,...N);

N_1, N_2, \dots, N_n – количество текущих ремонтов каждого вида за период до начала времени проведения первого капитального ремонта здания.

В свою очередь одним из показателей суммы затрат на проведение плановых ремонтов (РП) является расход материала (РМ), который для каждого типа материала рассчитываются по следующей формуле:

$$PM = CM * K \quad (4)$$

где:

РМ – расход материала;

СМ – количество материала;

К – коэффициент износа.

Результаты исследований и обсуждение

В рамках работы разработан алгоритм автоматизированного учета расхода материалов на основе информационного моделирования, основанный на приведенной выше математической модели. Говоря о программном обеспечении информационного моделирования, важно помнить, что мы не обсуждаем какую-либо конкретную компьютерную программу. BIM – Информационное моделирование здания – это процесс, который предоставляет специалистам цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта. BIM основана на совместной работе, функциональной совместимости, циклических рабочих процессах и координации.

Однако, чтобы достичь всего этого, необходимо выбрать программное обеспечение, соответствующее нашим потребностям, и эффективно его использовать. Есть много программных решений BIM, доступных сегодня. Можно сказать, что выбор конкретных программных продуктов является реальной проблемой. Различные программные решения рекомендуются для выполнения разных задач.

На основе алгоритма разработано приложение (Рисунок 1), позволяющее формировать итоговый отчет, который включает в себя такие показатели как количество материала, стоимость материала, год использования материала и т.д. На основе этих данных заказчик может провести анализ.

На этапе разработки информационной модели объекта формируются сводные спецификации, необходимые для корректного импорта массивов данных в автоматизированное приложение.

Для работы приложения необходимо подготовить файл формата Excel со всеми имеющимися элементами и материалами проекта. Я использовал программный комплекс ArchiCAD (Graphisoft). В данной программе для формирования таблицы со всеми имеющимися в проекте материалами необходимо воспользоваться функцией «Опубликовать». Имеется возможность настройки необходимых полей таблицы. В итоге формируется таблица формата Excel.

После формирования выгрузки необходимо запустить приложение и после нажатия кнопки «Новый расчет» выбрать нужный файл с выгруженной информацией. После успешной загрузки файла пользователю предлагается выбрать планируемый год ввода в эксплуатацию здания и по нажатию кнопки «ОК» приложение начнет расчет. Если при расчете приложение обнаружит, что по каким-либо материалам не хватает данных, то пользователю нужно будет решить продолжить ли расчет дальше, и при положительном ответе необходимо сразу же выбрать, подставить ли средние значения из справочников, если таковые имеются. Расчет проводится автоматически, полученные данные хранятся в виде электронной таблицы на одном из листов Excel и не видны пользователю.

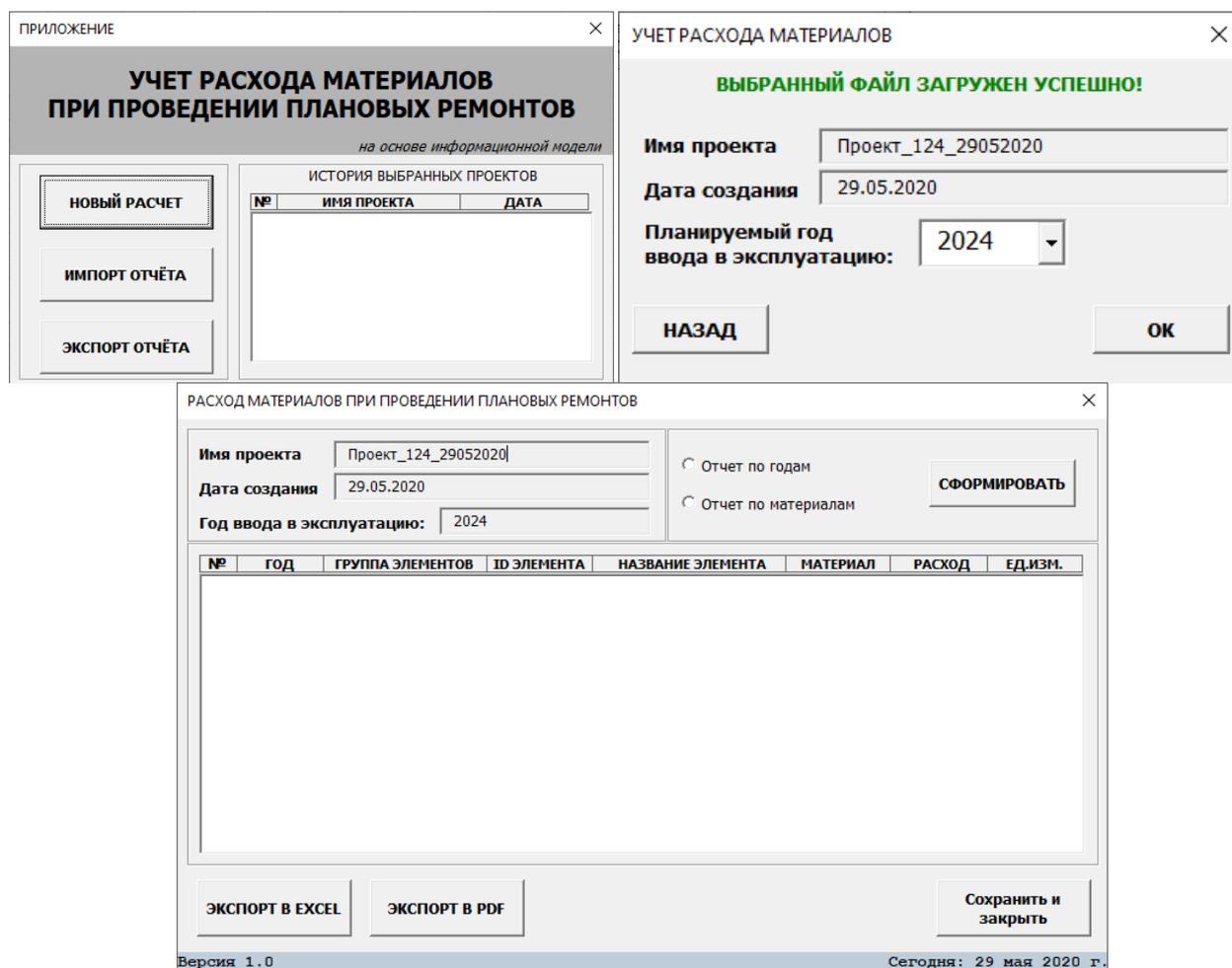


Рисунок 1 - Интерфейс приложения
Figure 1 - Application interface

Если же вся информация о материалах имеется и расчет произведен успешно, то пользователю предоставляется возможность выбрать, в каком виде сформировать отчет: по годам или по материалам. Полученные результаты можно выгрузить в двух форматах – xls и pdf.

По выбору пользователя итоговую таблицу можно сформировать в 2 вариантах:

1 вариант «По годам», в состав таблицы входит:

- Год проведения планового ремонта;
- Группа элементов;
- Название элемента;
- Материал;
- Срок эксплуатации;
- Расход;
- Единицы измерения.

В таблице данные отсортированы по годам, в которые необходимо проводить тот или иной плановый текущий ремонт, за каждый год имеется информация о планируемых элементах, ремонт которых необходимо произвести с указанием материала.

2 вариант «По элементам», в состав таблицы входит:

- Группа элементов;
- Название элемента;

- Материал;
- Срок эксплуатации;
- Год проведения текущего ремонта;
- Расход;
- Единицы измерения.

В таблице данные отсортированы по группе элементов, по каждому элементу указывается материал и в какой год необходимо произвести плановый ремонт с указанием материала и его расхода.

Заключение

В результате проделанной работы выполнены следующие задачи:

1. Проведен анализ регламентирующей документации в области информационного моделирования.
2. Проведен анализ существующих подходов к информационному моделированию объектов.
3. Выявлена необходимость разработки системы автоматизированного учета расхода материалов, обеспечивающей предварительный прогноз на этапе проектирования.
4. Разработан алгоритм автоматизированной системы учета расхода материалов при проведении плановых ремонтов.
5. Разработано приложение автоматизированного учета расхода материалов при проведении плановых ремонтов, которая обеспечивает прогноз на этапе проектирования на основе данных, содержащихся в информационной модели.

Цель работы заключалась в разработке системы автоматизированного учета расхода материалов, обеспечивающей предварительный прогноз на этапе проектирования объекта, и данная цель достигнута.

Данные, полученные в результате работы разработанного приложения, помогут заказчику на стадии проектирования понимать объем затрачиваемых материалов, которые будут необходимы в период эксплуатации объекта, а также считаю целесообразным развитие разработанного приложения путем добавления функции расчета расходов на материалы при проведении плановых текущих ремонтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синенко С.А. *Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве*: учебник. Саратов: Вузовское образование, 2019.
2. Кузина О.Н. *Автоматизация расчетов при планировании строительного производства*: учебно-методическое пособие. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2019.
3. *Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат*. М.: Национальное Объединение Проектировщиков, 2014.
4. Гришина Н.М., Мицко Д.И. Разработка и внедрение BIM-стандарта: исследование методов управления в строительстве. *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2017;3(41):266-276.
5. Гинзбург А.В. *Системы автоматизации проектирования в строительстве*: учебное пособие. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2014.
6. Биалал Суккара, Эрик Пуариерб. Преобразование информации о жизненном цикле и обмен для доставки цифровых и физических активов и управления ими. *Автоматизация в строительстве*, 2020; 112.

7. Sun, Peiwen, Zhang, Ning, Zuo, Jian, Mao, Ruichang, Gao, Xiaofeng, Duan, Huabo. Characterizing the generation and flows of building interior decoration and renovation waste: A case study in Shenzhen City. *Journal of cleaner production*, 2020;12.
8. Талапов В.В. *Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий*. М.: Издательство «ДМК Пресс», 2015.
9. Волков А.А., Яценко Д.В. Анализ состояния и методы совершенствования информационного обеспечения задач управления в строительной отрасли. *Строительство – формирование среды жизнедеятельности*. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2018.
10. Волков А.А., Петрова С.Н. *Информационные системы и технологии в строительстве: учебное пособие*. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2015.

REFERENCES

1. Sinenko S.A. *Automation of organizational and technological design in construction: textbook*. Saratov: University education, 2019.
2. Kuzina O.N. *Automation of calculations in the planning of construction production: training manual*. М.: Publishing house MISI-MGSU, 2019.
3. *Methodology for calculating the life cycle of a residential building, taking into account the cost of total costs*. М.: National Association of Designers, 2014.
4. Grishina N.M., Mitsko D.I. Development and implementation of bim-standard: research of management methods in construction. *Izvestiya Kazan State University of Architecture and Civil Engineering*. 2017;3(41):266-276.
5. Ginzburg A.V. *Design automation systems in construction: a tutorial*. М.: Publishing house MISI-MGSU, 2014: 663.
6. Bilal Succara, Erik Poirierb. Lifecycle information transformation and exchange for delivering and managing digital and physical assets. *Automation in Construction*, 2020;112.
7. Sun, Peiwen, Zhang, Ning, Zuo, Jian, Mao, Ruichang, Gao, Xiaofeng, Duan, Huabo. Characterizing the generation and flows of building interior decoration and renovation waste: A case study in Shenzhen City. *Journal of cleaner production*, 2020;12.
8. Talapov V.V. *BIM technology. The essence and features of the implementation of information modeling of buildings*. М.: Publishing house "DMK Press", 2015.
9. Volkov A.A., Yatsenko D.V. Analysis of the state and methods of improving the information support of management tasks in the construction industry. *Construction is the formation of a living environment*. М.: Publishing house MISI-MGSU, 2018.
10. Volkov A.A., Petrova S.N. *Information systems and technologies in construction: a tutorial*. М.: Publishing house MISI-MGSU, 2015.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лобанов Роман Александрович, преподаватель кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Российская Федерация.
email: LobanovRA@mgsu.ru

Roman A. Lobanov, Lecturer Of The Department Of Information Systems, Technologies And Automation In Construction Federal State Budget Educational Institution Of Higher Education «Moscow State University Of Civil Engineering (National Research University)», Moscow, Russian Federation.