Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2020, №1, Том 7 / 2020, No 1, Vol 7 <https://resources.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/07INOR120.pdf>

DOI: 10.15862/07INOR120 (<http://dx.doi.org/10.15862/07INOR120>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гинзбург А.В., Хаустова А.Ю. Унификация разработки информационных моделей зданий при проектировании демонтажа // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №1, <https://resources.today/PDF/07INOR120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/07INOR120

For citation:

Ginzburg A.V., Khaustova A.Yu. (2020). Unification of the development of information models of buildings at the demolition stage. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 1(7). Available at: <https://resources.today/PDF/07INOR120.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/07INOR120

УДК 004

Гинзбург Александр Витальевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия

Заведующий кафедрой «Информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве»

Доктор технических наук, профессор

E-mail: ginav@mgsu.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=297453

Хаустова Анастасия Юрьевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия

Аспирант группы АСПа-1-15

E-mail: stasyheily@gmail.com

Унификация разработки информационных моделей зданий при проектировании демонтажа

Аннотация. Исследование направлено на разработку унифицированных методов информационного моделирования зданий, входящих в программу реновации города Москвы. Данная проблема является крайне актуальной в связи с тем, что оцифрованных источников типовых проектов прошлого столетия нет, что в свою очередь усложняет процесс расчёта образования отходов строительства и сноса и ставит под сомнение его точность. А для качественного и своевременного проведения этапа демонтажа (расчёта веса отходов строительства и сноса, календарного планирования проведения работ и транспортировки отходов) можно автоматизировать данный процесс с помощью программного обеспечения для информационного моделирования – Autodesk Revit 2019. Это позволит дополнить существующую информационную модель, включив в неё один из завершающих этапов жизненного цикла здания – демонтаж, который по прозрачности, доступности и полноте не будет уступать блокам проектирования, экспертизы, строительства и эксплуатации. На основе альбомов типовых проектов зданий можно получить большое количество информации для создания необходимых семейств проекта и спецификаций, что значительно будет упрощать и ускорять процесс разработки проектов по сносу зданий в будущем, так как с каждым новым проектом будут дополняться библиотеки элементов, материалов, семейств.

В статье представлен процесс разработки шаблона проекта для этапа демонтажа зданий. Создан новый параметр проекта, присвоенный каждому материалу, включенному в шаблон

проекта присвоены необходимые параметрические и расчётные характеристики для проведения дальнейших расчётов на основе смоделированного проекта здания, разработана расчётная спецификация, на основе которой можно быстро получить данные о весе отходов строительства и сноса, проведены соответствующие проверки для разных типов разработанных и базовых семейств проекта.

Ключевые слова: информационное моделирование зданий; параметры проекта; спецификация; семейство; типовые строительные проекты; демонтаж зданий; отходы строительства и сноса; реновация; рециклинг

Введение

Сложность создания и наполнения информационной модели на всех этапах жизненного цикла здания является одной из основных проблем, решаемых современными проектировщиками [1; 2]. Большое количество разработок значительно улучшает и ускоряет процессы проектирования. Одним из возможных подходов является технология умного сноса зданий.

Технология умного сноса, с помощью которой в Москве уже было демонтировано около 20 домов, приобретает всё большую популярность [7; 8]. Согласно ей, снос здания и утилизация отходов строительства и сноса будут производиться согласно следующему алгоритму:

1. Поэтапное отключение здания от всех инженерных систем.
2. Разбор конструкций здания по элементам.
3. Сортировка отходов по выделенным группам: стекло, дерево, пластик, металл, фаянс, кирпич.
4. Перемещение отходов на специализированные полигоны.

С точки зрения повышения мер безопасности при разборе здания и уменьшения количества пыли, объект необходимо разбирать вовнутрь с использованием гидропушек, подающих воду под большим давлением.

Для автоматизации данных процессов можно воспользоваться широкопрофильными инструментами для информационного моделирования^{1,2}: Autodesk Revit, Autodesk Navisworks Manage.

¹ ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений (с Поправкой). [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200146763> (дата обращения 20.12.2019).

² СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/556793897> (дата обращения 20.12.2019).

С помощью программного продукта для автоматизированного проектирования Autodesk Revit разрабатывается информационная модель сносимого здания со всеми необходимыми атрибутами³. На её основе можно произвести расчёты образования отходов строительства и сноса как всего здания, так и по уровням (по этажам / выделенным этапам) [9].

Перед началом работы необходимо разработать универсальный шаблон для проведения демонтажных работ, в котором будут уже содержаться необходимые атрибуты, семейства, аннотационные материалы, настроены шаблоны видов, созданы ведомости материалов и расчётные спецификации [10; 11].

Методы

Шаблон проекта Autodesk Revit – начальная точка каждого нового проекта. При этом он должен иметь ряд особенностей (ниже представлены только некоторые из них):

1. Соответствовать требованиям ГОСТ ЕСКД/СПДС^{4,5,6}.
2. Быть ориентированным на работу «плагинов», разработанных не только в программной среде Dynamo, так и в сторонних средах.
3. Иметь минимальное количество базовых параметров, семейств и спецификаций, чтобы проект не был перегружен ненужной информацией.
4. Извлекать необходимые данные из модели и оформлять их в виде базовых, ключевых и расчётных спецификаций и ведомостей.
5. Создавать все необходимые планы.
6. Вычислять основные технико-экономические показатели.
7. Решать прочие задачи, которые могут возникнуть в ходе работы с проектом.

Для упрощения работы с шаблонами проектов на официальном сайте компании Autodesk с выходом новой версии программного продукта обновляются и типовые шаблоны проектов, содержащие все основные параметры и преднастройки.

Перед настройкой шаблона нужно понять, как должен производиться процесс расчёта. Для этого необходимо знать процесс получения веса отходов строительства и сноса [6].

Последовательность расчета веса отходов строительства и сноса

Для проведения расчёта веса отходов строительства и сноса на основе данных из созданной информационной модели необходимо использовать следующие формулы:

³ СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/556793891> (дата обращения 20.12.2019).

⁴ ГОСТ Р 57678-2017 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов. [Электронный ресурс] URL: https://allgosts.ru/13/030/gost_r_57678-2017 (дата обращения 20.01.2020).

⁵ ПНСТ 352-2019 «Зеленые» стандарты. «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности. Оценка соответствия требованиям «зеленых» стандартов. Общие положения. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200162236> (дата обращения 20.12.2019).

⁶ СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 Организация строительного производства. Снос (демонтаж) зданий и сооружений (с Поправкой) – М.: Национальное объединение строителей, 2012. [Электронный ресурс] URL: <https://dokipedia.ru/document/5146594> (дата обращения 20.12.2019).

$$V_p = V/k, \quad (1)$$

где V – геометрический объем заложенных при проектировании объекта строительных материалов;

V_p – расчётный объем строительных материалов, получаемых при сносе объекта;

$k = 2,5$ – эмпирический коэффициент разрыхления образовавшихся отходов строительства и сноса, учитывающий все отдельные коэффициенты разрыхления.

$$M = V_p * \rho, \quad (2)$$

где ρ – средний показатель объемной массы строительных отходов (насыпная плотность), которая образуется при демонтаже.

Отходы строительства и сноса имеют различную насыпную плотность, при этом она всегда меньше обычной плотности строительного материала. Насыпную плотность необходимо учитывать при:

- построении логистических маршрутов;
- выборе грузоподъемности техники, вывозящей отходы строительства и сноса;
- определении количества и вида контейнеров для транспортировки.

Согласно п.3.7 Методических указаний по применению нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении НРР 8.01.104-2012: «Объемная масса строительных отходов (строительного мусора) определяется по проектным данным исходя из объемной массы разбираемых материалов при наличии сведений или принимается исходя из следующих справочных данных: объемная масса строительных отходов (строительного мусора) от разбираемых каменных, бетонных, железобетонных конструкций и от отбиваемой штукатурки – 1800 кг/м³; от разбираемых деревянных и каркасно-засыпных конструкций – 600 кг/м³; от выполнения других работ по разборке – 1200 кг/м³».

Согласно информации, полученной из альбомов типовых проектов и НРР 8.01.104-2012, была составлена таблица 1.

Таблица 1

Объемные массы конструктивных элементов

Конструктивный элемент	Объемная масса, кг/м ³
Железобетон	2500
Бетон	2400
Кирпич	1800
Камень	1800
Отбивка штукатурки	1800
Облицовочная плитка	1800
Дерево	600
Прочие работы	1200
Смешанные отходы (демонтаж)	1600

Составлено/разработано авторами

На основе полученных данных, можно создать необходимые параметры проекта, как показано на рисунках 1 и 2:

1. Добавляем новый параметр, для этого необходимо во вкладке «Управление» открыть «Параметры проекта» и выбрать функцию «Добавить» – рисунок 1.

Рисунок 1. Окно параметров проекта Autodesk Revit (составлено/разработано авторами)

2. В появившемся окне «Свойства параметра» необходимо задать имя будущего параметра, присвоить ему Категорию и Тип данных, определить Группу параметров, к которой он будет относиться, и выбрать Категорию элемента, к которому будет принадлежать параметр – рисунок 2.

Рисунок 2. Окно свойств параметров проекта (составлено/разработано авторами)

Далее, присваиваем каждому материалу, входящему в проект, соответствующую ему Объемную массу, как показано на примере – рисунок 3.

Рисунок 3. Заполнение параметров материала проекта (составлено/разработано авторами)

Для создания расчётной спецификации (рисунки 8 и 10) необходимо также произвести некоторые операции. Autodesk Revit предоставляет возможность создания нескольких видов спецификаций и ведомостей, в зависимости от их принадлежности, состава и многих других факторов.

Спецификация – данные, представленные в табличном виде, извлеченные из свойств элементов проекта, может содержать список всех экземпляров заданного типа элементов, или несколько экземпляров могут содержаться в одной строке на основе критериев группирования.

Для проведения расчётов потребуется такой вид спецификации, как «Ведомость материалов» – рисунок 4.

Рисунок 4. Выбор вида спецификации проекта (составлено/разработано авторами)

Ведомость материалов включает в себя подробный перечень свойств составляющих всех элементов, входящих в семейство Revit, включая сведения об используемых материалах. Ведомости материалов позволяют более детально описывать строительные компоненты, включая подробную информацию об используемых в Revit материалах.

В окне «Свойства ведомости материалов» произведем ряд настроек в имеющихся вкладках в следующей последовательности:

1. Из выпадающего списка доступных полей выбираем то, на основе которого будут производиться расчёты.
2. Добавляем необходимые «Поля спецификации» – рисунок 5.

Рисунок 5. Окно свойств спецификации проекта (составлено/разработано авторами)

3. Создаем расчётное поле на основе добавленных ранее (присваиваем ему имя, категорию и тип данных, вписываем формулу расчёта) – рисунок 6.

Рисунок 6. Создание расчётного значения (составлено/разработано авторами)

Результаты

На основе разработанного шаблона были проведены контрольные проверки, так как сказать наверняка, что программа будет считать многокомпонентную стену с правильной раскладкой на составляющие её материалы, а не как единый объект, было нельзя.

Для этого, сначала строилась произвольная однокомпонентная стена – рисунок 7.

Рисунок 7. Создание однокомпонентной стены (составлено/разработано авторами)

Затем данные объекта подгружались в разработанную спецификацию – рисунок 8.

«Вес отходов строительства и сноса»			
A	B	C	D
Материал: ADSK	Материал: Объем	Материал: Объем	Вес OCC, т
Кирпич	15,70	1800	11,304

Рисунок 8. Итог работы разработанной спецификации (составлено/разработано авторами)

Как видно из проведенного эксперимента, разработанная спецификация заполняется автоматически на основе созданного конструктива.

Теперь, следует создать многокомпонентный объект для проверки правильно работы разработанного алгоритма для расчёта отходов строительства и сноса на основе спецификации и параметра проекта – рисунок 9.

Рисунок 9. Создание многокомпонентной стены (составлено/разработано авторами)

Перейдя на вид спецификации видим, что объемы используемых в конструктиве материалов пропорциональны заданным параметрическим характеристикам (прописаны в наименовании и видны из свойств объекта) – рисунок 10. Можно сделать вывод, что программа правильно рассчитывает необходимые показатели, значит, данный алгоритм проведения расчётов применим и для сложных объектов, а созданные параметры и спецификации пригодны для использования в разработанном шаблоне.

«Вес отходов строительства и сноса»			
A	B	C	D
Материал: ADSK	Материал: Объем	Материал: Объем	Вес ОСС, т
Кирпич	15,70	1800	11,304
Бетон В30 F150 W	74,56	2500	74,56
Бетонные блок	26,72	2400	25,6512

Рисунок 10. Итог работы разработанной спецификации (составлено/разработано авторами)

Как видно из проведенных проверок, разработка унифицированного шаблона информационной модели зданий для стадии демонтажа позволяет упростить процессы расчётов и сделать их более точными. На основе альбомов типовых проектов зданий можно получить большое количество информации для создания необходимых семейств проекта и спецификаций, что значительно будет ускорять процесс разработки проектов по сносу зданий в будущем, так как с каждым новым проектом будут дополняться как библиотеки элементов, материалов, семейств и ведомостей, так и самих типовых проектов.

Дальнейшие разработки будут направлены на создание автоматизированных методов разделения отходов строительства и сноса, получаемых на основе информационной модели [3–5], по типам, сначала согласно выделенным группам технологии умного сноса: стекло, дерево, пластик, металл, фаянс, кирпич, а затем с последующим расширением списка. Как итог, с каждым последующим наполнением шаблона проекта приближаться к возможности смоделировать демонтаж здания таким образом, чтобы получать информацию о каждом из этапов сноса в зависимости от типа конструкции, вида техники, проводящей разбор, ресурсных затрат и последующем расчёте такой скорости проведения работ, при которой все действия производятся согласно разработанному календарному графику разборки здания и с последующей своевременной утилизацией отходов строительства и сноса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ginzburg A., Skiba A. Creating an urban area planning design based on the theory of fuzzy logic / *Applied Mechanics and Materials* Vols. 584–586 (2014), Trans Tech Publications, Switzerland, 2014, – pp. 507–511.
2. Волков А.А. Современные и перспективные информационные технологии в строительстве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 9. С. 5–6.
3. Гинзбург А.В., Каган П.Б. САПР организации строительства. / *САПР и графика*, 1999 № 9 – с. 32–34.
4. Ginzburg A.V. LE IM: Living Environment Information Modelling / *International Scientific Conference Environmental Science for Construction Industry, ESCI 2018; Ho Chi Minh City; Viet Nam: MATEC Web of Conferences, Volume 193, 05030* (2018).
5. Гинзбург А.В. BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // *Информационные ресурсы России*, 2016, №5 (153), – с. 28–31.
6. Как рассчитать объем мусора. [Электронный ресурс] URL: <https://xn--b1aknajbabphbx.xn--p1ai/stati/kak-rasschitat-obem-musora.html> (дата обращения 16.02.2020).
7. Олейник С.П., Чулков В.О. Управление обращением с отходами строительства и сноса // *Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №1* (2016) [Электронный ресурс] URL: <http://resources.today/PDF/03RRO116.pdf> (дата обращения 12.12.2019).
8. Чулков В.О., Назиров Б.Э. Рециклинг отходов строительства и сноса при реновации территорий и дорожных покрытий крупных городов // *Интернет-журнал «Отходы и ресурсы»*, 2018 №4, [Электронный ресурс] URL: <https://resources.today/PDF/06NZOR418.pdf> (дата обращения 16.12.2019).
9. Ginzburg A. Information modeling of the construction and demolition waste system / *XXII International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2019)*, Tashkent, Uzbekistan: E3S Web of Conferences. Volume 97 (01020), 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199701020>.
10. An incinerator with a view: Copenhagen waste plant gets ski slope and picnic area [Электронный ресурс] URL: <https://www.theguardian.com/cities/2016/oct/26/incinerator-copenhagen-waste-plant-bjarke-ingels-ski-slope> (дата обращения: 16.02.2020).
11. BIG Designs Danish Recycling Center as Neighborhood Asset [Электронный ресурс] URL: <http://www.archdaily.com/601048/big-designs-danish-recycling-center-as-neighborhood-asset> (дата обращения: 16.02.2020).

Ginzburg Alexander Vitalievich

Moscow state (national research) university of civil engineering, Moscow, Russia
E-mail: ginav@mgsu.ru

Khaustova Anastasiia Yurievna

Moscow state (national research) university of civil engineering, Moscow, Russia
E-mail: stasyheily@gmail.com

Unification of the development of information models of buildings at the demolition stage

Abstract. The study aims to develop standardized BIM methods for buildings that are part of the Moscow city renovation program. This problem is extremely urgent, since there are no digitized sources of typical projects of the last century, and this complicates the process of calculating the generation of construction and demolition waste and casts doubt on its accuracy. At the stage of high quality and timely dismantling phase (calculation of the weight of construction and demolition waste, scheduling of work and transportation of waste), this process can be automated using information modeling software – Autodesk Revit 2019.

This will complement the existing information model by including in it one of the final stages of the building's life cycle – dismantling, which in transparency, accessibility and completeness will not be inferior to the blocks of design, examination, construction and operation. On the basis of albums of typical building projects, you can get a lot of information to create the necessary project families and specifications, which will greatly simplify and speed up the process of developing building demolition projects in the future, since with each new project libraries of elements, materials, families will be supplemented.

The article presents the process of developing a project template for the phase of the dismantling of buildings. A new project parameter has been created, assigned to each material of the project template, the necessary parametric and design characteristics have been assigned for further calculations based on the simulated building design, a design specification has been developed, on the basis of which data on the weight of construction and demolition waste can be quickly obtained, relevant checks carried out for different types of developed and basic project families.

Keywords: building information modeling; project parameters; schedule; Revit family; standard construction project; demolition of buildings; construction waste; renovation; recycling

REFERENCES

1. Ginzburg A., Skiba A. (2014). Creating an urban area planning design based on the theory of fuzzy logic. *Applied Mechanics and Materials*, (584–586), pp. 507–511.
2. Volkov A.A. (2012). Modern and perspective information technologies in construction. *Industrial and civil construction*, 9, pp. 5–6 (in Russian).
3. Ginzburg A.V., Kagan P.B. (1999). CAD construction organization. *CAD & Graphics*, 9, pp. 32–34 (in Russian).
4. Ginzburg A.V. (2018). *LE IM: Living Environment Information Modelling. Volume 193*. Ho Chi Minh City; Viet Nam: MATEC Web of Conferences.
5. Ginzburg A.V. (2016). VIM technologies throughout the life cycle of a construction project. *Russian Information Resources*, 5(153), pp. 28–31 (in Russian).
6. Garbage truck. (n.d.). *How to calculate the amount of garbage*. [online] Available at: <https://xn--b1aknajbabphbx.xn--p1ai/stati/kak-rasschitat-obem-musora.html> (in Russian) [Accessed 16.02.2020].
7. Oleynik S.P., Chulkov V.O. (2016). Waste management, construction and demolition. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 1(3). Available at: <http://resources.today/PDF/03RRO116.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/03RRO116. [Accessed 12.12.2019].
8. Chulkov V.O., Nazirov B.Eh. (2018). Recycling of construction and demolition waste during renovation of territories and pavements of large cities. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 4(5). Available at: <https://resources.today/PDF/06NZOR418.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/06NZOR418. [Accessed 16.12.2019].
9. Ginzburg A. (2019). *Information modeling of the construction and demolition waste system. Volume 97*. Tashkent, Uzbekistan: E3S Web of Conferences [online]. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199701020>.
10. Theguardian. (n.d.). *An incinerator with a view: Copenhagen waste plant gets ski slope and picnic area*. [online] Available at: <https://www.theguardian.com/cities/2016/oct/26/incinerator-copenhagen-waste-plant-bjarke-ingels-ski-slope> [Accessed 16.02.2020].
11. Archdaily. (n.d.). *BIG Designs Danish Recycling Center as Neighborhood Asset*. [online] Available at: <http://www.archdaily.com/601048/big-designs-danish-recycling-center-as-neighborhood-asset> [Accessed 16.02.2020].