

Влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения в строительстве

А.В. Алексанин

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: Развитие информационных технологий оказывает значительное воздействие на многие сферы деятельности человека, в том числе и на строительную отрасль. Внедрение современного программного обеспечения и информационных устройств в производственные процессы на этапах проектирования и строительства зданий может привести не только к повышению качества выполнения строительно-монтажных работ, сокращению сроков строительства, но и к сокращению расходования материальных ресурсов и уменьшению объемов образования отходов строительства и сноса на строительной площадке. В статье приводятся статистические данные об образовании строительных отходов за последние годы, а также выявляются возможности повышения уровня ресурсосбережения в строительстве за счет использования современных информационных технологий.

Ключевые слова: ресурсосбережение, отходы, строительство, технологии, информатизация, снос, демонтаж.

Для решения задач ресурсосбережения и защиты окружающей среды необходимо обратить внимание на объемы образования отходов строительства и сноса. Согласно статистической информации в России ежегодно увеличиваются объемы образования строительных отходов. Так, например, из государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» следует, что объем образования отходов строительной отрасли составил 36,0 млн. тонн, что в три раза больше объема образования отходов строительной отрасли в 2010 году (11,1 млн. тонн). Объем образования отходов в результате ремонта, строительства и сноса объектов в крупнейшем мегаполисе России г. Москве в 2019 г. составил 8,098 млн. тонн, что занимает почти 43% от общего объема отходов, образованных в городе (табл.1). Следует отметить, что 80,8% образованных строительных отходов относится к IV классу опасности (малоопасные отходы), 19,2 % относится к V классу опасности (практически

неопасные отходы). Также в 2019г. в Москве образовалось 34,41 млн. м³ строительных грунтов, распределение которых по классам опасности выглядит следующим образом: 5,9% образованных грунтов относятся к IV классу опасности, 94,1% к V классу опасности. Из доклада «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2019 году» следует, что наибольший процент от общего объема образованных строительных отходов в Москве в 2019 году занимают строительный мусор, бетон, железобетон, асфальтобетон (табл.2).

Таблица № 1

Процентное распределение основных видов отходов, образованных
в г. Москве в 2019г.

№	Вид отходов	% от общего количества образованных отходов
1	Отходы строительства и сноса	42,99%
2	Твердые коммунальные отходы	42,73%
3	Отходы производственной сферы	9,02%
4	Осадки сточных вод	4,76%
5	Медицинские отходы	0,49%

Снижение объемов образования и переработка максимального количества отходов строительства и сноса при минимальном количестве отходов, отправляемых на захоронение, являются одними из ключевых задач рационального использования природных ресурсов. Необходимо на каждом из этапов жизненного цикла объекта стремиться принимать технологические, организационные и управленческие решения, направленные на уменьшение количества отходов. Использование инструментария информационного моделирования зданий на этапах создания, эксплуатации, реконструкции и ликвидации строительного объекта позволит предотвратить образование

дополнительных объемов строительных отходов за счет более точного расчета, планирования и организации соответствующих процессов [1, 2].

Таблица № 2

Процентное распределение основных видов строительных отходов, образованных в г. Москве в 2019г.

№	Вид строительных отходов	% от общего количества образованных строительных отходов
1	Строительный мусор	62,55%
2	Бетон, железобетон, асфальтобетон	25,50%
3	Черный металл	3,96%
4	Кирпич	3,40%
5	Щебень	2,74%
6	Древесина	1,09%
7	Песок	0,54%
8	Другие ОСС (битум, черепица, керамзит и др.	0,16%
9	Цветной металл	0,05%
10	Стекло	0,02%
11	Полиэтилен, поливинилхлорид	0,005%

С развитием технологий информационного моделирования зданий [3-5] значительный потенциал снижения объемов строительных отходов появляется на стадии разработки проектной документации [6]. Современное программное обеспечение информационного моделирования позволяет выпускать проектную документацию более высокого качества, разрабатывать графический материал и спецификации с минимальным количеством ошибок [7, 8]. На этапе проектирования информационное моделирование позволяет

избежать коллизий, которые на этапе строительства объекта могут привести к выполнению дополнительных объемов работ, закупке дополнительных материалов, и, следовательно, увеличению бюджета строительства и образованию лишних строительных отходов. В качестве примера коллизий можно привести ситуации, когда, например, на этапе проектирования предусмотрен проем для монтажа технологического оборудования меньшего, чем требуется, габаритного размера, в результате приходится демонтировать участок стены, расширять проем и часть демонтированных материалов переводится в разряд отходов.

На этапе проектирования возможно заложить основу для прогноза образования и расчета потенциальных объемов строительных отходов, которые могут быть направлены на переработку, повторное использование или захоронение, что значительно упростит их сортировку при демонтаже [9]. Для этого каждому используемому материалу в информационной модели необходимо присвоить соответствующие свойства, например, информацию о его пригодности для повторного использования, возможности или невозможности вторичной переработки и т.п. В зависимости от полученной информации о свойствах материалов могут быть приняты решения об использовании соответствующих методов поэтапного демонтажа или единовременного сноса здания в будущем.

Использование технологий информационного моделирования также может повысить эффективность производства работ при реконструкции или ликвидации объектов, в том числе и тех, на которые отсутствует графическая и текстовая проектная документация [10]. Для этого необходимо провести обследование здания с использованием современных технологических устройств – лазерных сканеров, которые позволяют создавать трехмерные модели объектов из множества точек. Полученное с использованием лазерного 3D-сканирования облако точек позволяет создать

информационную модель здания с многомерным представлением существующих конструкций.

В рамках программы реновации в Москве используется технология «умного сноса» зданий, которая способствует более качественной сортировке вторичного сырья. Особенность данной технологии заключается в проведении комплекса подготовительных демонтажных работ перед сносом основного каркаса объекта. Подготовительные демонтажные работы включают в себя демонтаж и сортировку инженерных коммуникаций здания, покрытия полов, стен, потолков, сантехнических устройств, элементов заполнения оконных и дверных проемов, старой мебели и оборудования, кровельного покрытия и т.п. Далее производится снос каркаса здания с использованием экскаваторов, оборудованных гидравлическими ножницами, а также вспомогательных устройств для предотвращения распространения строительной пыли – специальных водяных пушек. Элементы демонтированных железобетонных конструкций каркаса здания перемещаются на полигоны, где с помощью дробильного оборудования превращаются в щебень. Наличие информационных моделей сносимых зданий упростило бы процессы планирования организации работ и расчет объемов ресурсов.

В период разработки организационно-технологической документации строительства, реконструкции или ликвидации объектов возможно также снизить вероятность возникновения дополнительных строительных отходов за счет наличия наглядной 3D модели и ее привязки к календарному графику производства работ, то есть использования инструментов 4D моделирования. Наличие информационной модели здания позволяет рационально и прозрачно расходовать различные виды ресурсов, управлять строительством и планировать графики поступления на объекты строительных материалов, конструкций и оборудования, не допуская их заказа в больших, чем

требуется, объемах. При планировании поставок материалов и выполнении строительно-монтажных работ возможно привязать календарный график производства работ к информационной модели объекта и наглядно увидеть, какие конструкции здания должны возводиться в заданный момент времени, и запланировать поставку соответствующих материалов в требуемом объеме.

Использование современных информационных технологий позволяет обеспечить надежную связь между заказчиком и участниками проектирования и возведения объекта. Плохая координация взаимодействия между заказчиком, проектировщиком и строительным подрядчиком (передача проектных решений не в установленные сроки, передача неактуальных, устаревших версий проекта; длительное согласование изменений проектных решений; просьбы заказчика о внесении изменений без письменного уведомления и их регистрации и т.п.) может привести к дополнительным финансовым и материальным потерям. Точность рабочих чертежей, спецификаций, а также оперативность обмена согласованной документацией между проектировщиком и подрядчиком позволит избежать ситуаций, когда строителям приходится демонтировать уже возведенные конструкции, переделывать выполненные отделочные работы и т.п. Наличие на строительной площадке мобильных устройств является немаловажным фактором получения быстрого доступа к графической и текстовой части проектной документации, нормативной и справочной литературе, а также обеспечения возможности оперативного согласования изменений, отправки информации о ходе выполнения работ, фотоотчетов и т.п.

Рациональное использование строительных материалов и оборудования на строительной площадке возможно только при осуществлении контроля и качественного выполнения строительно-монтажных работ. Низкое качество производства работ приводит к их исправлению или повторному выполнению, использованию дополнительных ресурсов и образованию

дополнительных отходов. Для контроля качества производства работ на сегодняшний день эффективно использование наземной и летательной беспилотной техники, которая в режиме реального времени осуществляет контроль за строительством, способна автоматически определять дефекты, отклонения и информировать об этом участников строительства. Например, беспилотные летательные аппараты, оснащенные функцией тепловизора, позволяют оперативно обнаруживать даже скрытые дефекты строительных объектов. Камеры видеонаблюдения, установленные на стройплощадке, позволяют не только контролировать график производства работ, но и предотвратить кражу материальных ценностей.

Современный уровень развития информационных технологий оказывает значительное влияние на строительную отрасль, позволяя сократить стоимость и сроки строительства, повысить качество реализации строительных проектов. Одним из ключевых моментов этого влияния может стать повышение уровня ресурсосбережения и уменьшения объемов образования отходов строительства и сноса, что в целом положительно скажется на устойчивом функционировании и развитии природной среды.

Литература

1. Aleksanin A. Potential for the use of information systems in the management of construction waste // MATEC Web of Conferences. 2018. С. 04081.
2. Aleksanin A. Development of construction waste management // E3S Web of Conferences. 2019. С. 06040.
3. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гущина Ю.В. Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона. 2019, №9. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_55__8y2019_Gorchkhanov.pdf_253e29b756.pdf



4. Петров К.С., Швец Ю.С., Корнилов Б.Д., Шелкоплясов А.О. Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_20_Petrov.pdf_df135443df.pdf

5. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Жаров Я.В. Теоретические основы многомерного моделирования устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2014. № 6. С. 165-171.

6. Bilal M., Oyedele L. O., Akinade O. O., Delgado J. M. D., Akanbi L. A., Ajayi A. O., Younis M. S.. Design optimisation using convex programming: Towards waste-efficient building designs // Journal of Building Engineering. 2019.

7. Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю. О принципах информатизации строительно-технических экспертиз // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 7. С. 41-45.

8. Жаров Я.В. Организационно-технологическое проектирование в строительстве на основе интеллектуального блока планирования // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6 (77). С. 193-199.

9. Aleksanin A. Secondary building materials planning system // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. С. 012103.

10. Ge X. J., Livesey P., Wang J., Huang S., He X. and Zhang C. Deconstruction waste management through 3d reconstruction and bim: a case study // Visualization in Engineering. 2017.

References

1. Aleksanin A. MATEC Web of Conferences. 2018. S. 04081.
2. Aleksanin A. E3S Web of Conferences. 2019. S. 06040.
3. Gorchkhanov Yu.Ya., Nikolenko N.S., Gushchina Yu.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019, №9. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_55__8y2019_Gorchkhanov.pdf_253e29b756.pdf
4. Petrov K.S., Shvets Yu.S., Kornilov B.D., Shelkoplyasov A.O. Inzhenernyj



vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_20_Petrov.pdf_df135443df.pdf

5. Sborshchikov S.B., Lazareva N.V., Zharov Ya.V. Vestnik MGSU. 2014. № 6. pp. 165-171.

6. Bilal M., Oyedele L. O., Akinade O. O., Delgado J. M. D., Akanbi L. A., Ajayi A. O., Younis M. S. Journal of Building Engineering. 2019.

7. Lazareva N.V., Zinov'ev A.Yu. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2020. № 7. pp. 41-45.

8. Zharov Ya.V. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2019. № 6 (77). pp. 193-199.

9. Aleksanin A. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. S. 012103.

10. Ge X. J., Livesey P., Wang J., Huang S., He X. and Zhang C. Visualization in Engineering. 2017.