

УДК 338.5

О.М. Преснов*Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация***Н.И. Татаринцев***Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация***Д.Д. Михайлова***Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ*

АННОТАЦИЯ. В настоящей статье исследуются основные экономические эффекты, связанные с экологизацией строительной сферы в целом, и фундаментостроения, в частности. В работе определены ключевые преимущества и экономические выгоды от внедрения экологических инноваций для государства, застройщиков и населения. Обозначены центральные барьеры, препятствующие развитию «зеленого строительства» в России. Выявлена экономическая эффективность комплексного применения ресурсо- и энергосберегающих технологий в строительной сфере на примере конкретных отечественных строительных объектов. На базе существующих теоретических и эмпирических исследований сделаны выводы о том, что экономическая целесообразность внедрения ресурсосберегающих технологий в фундаментостроение заключается в минимизации трудоемкости (без привлечения специальной техники), материальных затрат, металлоемкости и сроков строительства, достижении высоких качественных и эксплуатационных характеристик строительных объектов, их экономной эксплуатации, включая снижение теплопотерь и затрат на ремонт.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Строительство, экология, экономические эффекты, фундаментостроение, ресурсосберегающие технологии.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ. Дата поступления 20 октября 2020 г.; дата принятия к печати 19 июля 2021 г.; дата онлайн-размещения 31 августа 2021 г.

O.M. Presnov*Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, Russian Federation***N.I. Tatarintsev***Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, Russian Federation***D.D. Mikhailova***Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, Russian Federation*

ECONOMIC FEASIBILITY OF GREENING FOUNDATION ENGINEERING**

ABSTRACT. This article examines the main economic effects associated with the greening of the construction sector in general, and foundation construction, in particular. The paper identifies the key advantages and economic benefits from the introduction

* Материалы обсуждены на Национальной научно-практической конференции с международным участием «Развитие российского общества: вызовы современности», посвященной 90-летию Байкальского государственного университета (г. Иркутск, 15–16 октября 2020 г.).

** The paper was discussed at the National Research and Practical Conference with International Participation «Development of Russian Society: Challenges of Modernity», dedicated to the 90th anniversary of the Baikal State University (Irkutsk, October 15–16, 2020).

© Преснов О.М., Татаринцев Н.И., Михайлова Д.Д., 2021

of environmental innovations for the state, developers and the population. The central barriers hindering the development of "green building" in Russia are outlined. The economic efficiency of the complex application of resource and energy saving technologies in the construction sector on the example of specific domestic construction projects has been revealed. On the basis of existing theoretical and empirical studies, it was concluded that the economic feasibility of introducing resource-saving technologies in foundation engineering is to minimize labor intensity (without the involvement of special equipment), material costs, metal consumption and construction time, achieve high quality and operational characteristics of construction projects, their economical operation, including reducing heat loss and repair costs.

KEYWORDS. Construction, ecology, economic effects, foundation engineering, resource-saving technologies.

ARTICLE INFO. Received October 20, 2020; accepted July 19, 2021; available online August 31, 2021.

Интенсификация экологических процессов в строительной отрасли в целом, и в фундаментостроении, в частности, продиктована рядом социально-экономических выгод, объективных (истощение природных ресурсов, деградация окружающей среды, актуализация проблемы экологической безопасности, экологический регресс городской системы) и субъективных (популяризация философии экогуманизма, масштабирование экологических приоритетов в строительстве) факторов. Экологизация строительной сферы провозглашается приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации в области строительства. В «Стратегии развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года» экологические инновации определены в качестве фундаментального условия повышения конкурентоспособности и триггера перезагрузки строительного комплекса.

Экологическими постулатами руководствуются сегодня многие локомотивные отрасли экономики, что детерминировано необходимостью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду, сокращения темпов роста потребления природных ресурсов, переориентацией социально-экономических приоритетов населения, популяризацией философии экогуманизма. В современной строительной сфере доминирование экологического сознания, эко-ответственности, эко-безопасности, следование положениям экологического кодекса, определяют уровень деловой репутации и положение строительной компании на рынке. Популяризация «зеленого» строительства и «зеленых» строительных материалов направлена на стабилизацию экологической обстановки на урбанизированных территориях, формирование безопасных, благоприятных условий жизнедеятельности и функционирования человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, обеспечение охраны природных ресурсов при осуществлении градостроительной деятельности.

Несмотря на консервативность и несменяемость строительной парадигмы в России, детерминированные жестким нормативно-технологическим регламентированием отрасли (СНиПы, стандарты, сертификаты, законодательство), отечественный строительный рынок систематически эволюционирует и прогрессирует. Актуальность переориентации строительства на процессные инновации обусловлена их экономической, социальной, экологической эффективностью. Экологические технологии способствуют решению одновременно нескольких задач — эффективное ресурсосбережение, минимизация сроков возведения строительного объекта, сокращение стоимости жизненного цикла здания, снижение уровня травматизма на строительном объекте, улучшение экологического статуса, облегчение условий трудовой деятельности строительного персонала [1].

Главенствующая роль в стабилизации экологического положения урбанизированных территорий принадлежит строительной индустрии как ключевому потребителю энергоресурсов. По данным Совета по Экологическому строительству, обнародованным в 2019 г., 40 % всей первичной в мире энергии, 67 % всего электричества, 40 % всего сырья и 14 % всех запасов питьевой воды потребляется зданиями. В России при производстве строительных материалов и их последующей транспортировке потребляется порядка 8 % энергии, в процессе возведения строительных объектов порядка 3 %, при эксплуатации зданий и во время реконструкции около 90 % (рис.).

Комплексное использование энерго- и ресурсосберегающих технологий в строительной сфере служит фундаментальным условием минимизации и частично нивелирования проблемы чрезвычайной энергорасточительности, способствуя значительному повышению потенциала энергосбережения. Отечественными строительными компаниями активно эксплуатируются различные ресурсо- и энергосберегающие технологии (энергосберегающие лампы / окна / двери, высокоэффективная система вентиляции с рекуперацией тепла, герметизация внешней оболочки и т.д.) и ресурсо- и энергосберегающие материалы (минераловатные материалы, стекловата, энергосберегающая штукатурка / краска / покрытие «Изоллат», пенополиуретан и т.д.) в процессе возведения строительных объектов. Однако, необходимо констатировать, что комплексное применение энергосберегающих технологий непопулярно в нашей стране, что детерминировано, главным образом, ограниченным финансированием, недостаточной квалификацией строительных кадров, отсутствием мотивации и внешнего государственного стимулирования [2].



Затраты на энергоресурсы по отраслям экономики, %

Обращаясь к исторической ретроспективе становления философии «зеленого» строительства, отметим, что первые строительные объекты с использованием ресурсосберегающих технологий и экологических инноваций возведены в 70-е гг. XX в. Данный период ознаменовался разработкой и официальным утверждением «зеленых» строительных стандартов BREEAM и LEED. Сегодня в мире насчитывается более 20 тыс. зданий, сертифицированных по международным экологическим стандартам, в том числе, порядка 200 объектов капитального строительства функционирует на территории Российской Федерации. Отдельные примеры ресурсосберегающих строительных объектов представлены, к примеру, в Барнауле, где возведен дом, полностью снабжаемый теплом с использованием собственной автономной мини-котельной, терморегуляторов, солнечных коллекторов и датчиков движения, автоматически отключаемых при их отсутствии. В Бутово строительной организацией «Мосстрой-31» построен «пассивный» дом, сертифицированный по европейским стандартам, экологически безопасный и употребляющий ничтожно мало энергии. На пассивном домостроении специализируется компания «Пассив Хаус», строящая дома, затраты на отопление в которых не превышают 57,5 кВт·ч/м² в год. Безусловно, список организаций, занимающихся ресурсосберегающим и энергоэффективным строительством, не ограничивается вышеперечисленными компаниями, но, следует признать, что он недостаточно широкий. Объективная потребность в ресурсосберегающем строительстве, обусловленная ростом спроса на энергоресурсы, систематическим повышением тарифов на тепло- и электроэнергию, дестабилизацией экологической обстановки, существенно превышает предложение на рынке [3].

Экологизация строительной сферы детерминирует ряд синергетических выгод для каждого участника строительной деятельности, что, в свою очередь, обеспечивает мультипликативный эффект для всей национальной экономики. Экономическая целесообразность «озеленения» строительства для застройщиков заключается в сокращении временных издержек, связанных с возведением объектов капитального строительства на 7–25 %; снижении трудоемкости строительства на 5–15 %; повышении производительности труда на 10–15 %; наращивании деловой репутации и повышении инвестиционной привлекательности посредством приобретения статуса прогрессивной, инновационной, экологически и социально ответственной организации; достижении краткосрочного монопольного равновесия; увеличении добавленной стоимости строительных объектов [4].

Следование эко-стандартам и принципам экологической безопасности строительными организациями для населения означает повышение качества жизни, обеспечение безопасных условий жизнедеятельности и функционирования, оптимизацию эксплуатационных расходов посредством минимизации потребляемых ресурсов (табл.).

Экономические выгоды от эксплуатации зданий, построенных на принципах «зеленого» строительства [5]

| Категория | Чистая приведенная стоимость за 20 лет | |
|--|--|----------------------------|
| | Долл. США/1 фут ² | Долл. США/1 м ² |
| Экономия энергии | 5,8 | 60,7 |
| Уменьшение выбросов | 1,2 | 12,9 |
| Экономия на эксплуатации и обслуживании | 0,5 | 5,4 |
| Повышение производительности, улучшение гигиены труда и жилища | 36,9-55,3 | 397,0–595,0 |
| Итого | 50,0 ...66,3 | 535,2–711,7 |

По расчетам Европейской комиссии реализация в строительной сфере данных инноваций позволит на 50 % сократить сроки возведения строительных объектов, на 30 % — сроки и стоимость жизненного цикла здания, на 15 % — трудоемкость строительных работ. Для государства реализация экологических постулатов в строительстве предполагает повышение инвестиционной привлекательности, активизацию экономических процессов, наращивание преимуществ в конкурентной гонке, возможность схождения с сырьевых рельсов, переориентация и диверсификация экономики страны и регионов, прирост ВВП, повышение энергоэффективности и энергосбережения российской экономики.

Экологизации фундаментостроения посвящено мизерное число теоретико-методологических исследований, однако, данное направление является одним из приоритетных в концепции «зеленого» строительства. При возведении подземной части сооружений происходит нарушение природной среды — разрушение рельефа и почвенного слоя, загрязнение почвы и воздуха, уничтожение растительности и лесов. Последствиями разрушения природного рельефа являются оползни, обвалы, провалы, оседание местности, водная и ветровая эрозии; уничтожение растительности и лесов приводит к развитию оврагов и обрушению склонов; разрушение почвенного слоя продуцирует развитие ветровой эрозии. Обозначенные негативные последствия, возникающие в процессе возведения фундамента, и нарушающие природную обстановку, детерминируют значимость внедрения экологически безопасных технологий на застраиваемых территориях [6].

Необходимо констатировать, что рекомендованные в СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» методы создания фундаментов, оказывают разрушающее воздействие на окружающую среду, дестабилизируя экологическую обстановку. Традиционные конструктивные решения возведения фундаментов требуют колоссальных, чрезмерных затрат и строительных ресурсов, грубо нарушая природную экологию грунтов, их структуры и подземный гидрогеологический режим.

В отличие от традиционного подхода, альтернативный ориентирован на поддержание естественных температурных и гидрогеологических условий, т.е. сложившаяся природа не трансформируется, внешнее воздействие на грунт минимальное и вписывается в пределы амплитудных природных изменений условий грунта. Применение экологически безопасных технологий при возведении фундаментов обеспечивает теплозащиту основания фундамента от промерзания, недопущение проникновения наружных вод, сохранение режима подземных вод, минимизацию дополнительного давления на грунт, снижение шумового и вибрационного воздействия.

Популярным альтернативным методом установки фундаментов является «стена в грунте» — это ресурсосберегающая технология, способствующая достижению ряда экономических эффектов: снижение объемов земляных работ, сокращение энергетических и материальных затрат. Внедрение ресурсосберегающих технологий при строительстве фундаментов зданий позволяет значительно сократить финансовые издержки, связанные со строительством и эксплуатацией строительных объектов. В 2016 г. осуществлены эмпирические исследования по оценке экономической эффективности ресурсосберегающих технологий в строительстве, в ходе которых выявлено, что объем фундамента по классической технологии (ленточная конструкция) в три раза превышает объем фундамента по альтернативному экологическому методу (свайно-ростверковый). В первом случае объем составил 15,48 м³, а во втором — 5,2 м³. Соответственно, ресурсосберегающие методы возведения фундаментов объектов капитального строительства экономически эффективнее традиционных технологий, что выражается в меньших трудозатратах и минимизации необходимых материальных ресурсов [7].

Таким образом, экологические инновации — это драйверы высокоэффективного, динамичного, конкурентоспособного развития строительного бизнеса. Согласно положениям «Методических рекомендаций по оценке эффективности инноваций в строительстве» (авторы документа — «Национальное объединение строителей»), существует три основные группы экономических эффектов от внедрения инноваций в строительной сфере: снижение себестоимости готовой строительной продукции; совершенствование качественных характеристик строительной продукции; создание новых потребительских свойств готовой строительной продукции. На наш взгляд, в качестве важнейших экономических эффектов следует также обозначить снижение объема привлеченных трудовых ресурсов, сокращение объема потребления электрической энергии на единицу выпускаемой строительной продукции, снижение материалоемкости строительной продукции, минимизация отрицательного воздействия на экологический статус строительного участка и его территориального окружения, диверсификация производства, увеличение добавленной стоимости строительных объектов, повышение производительности труда. Экономические инновации служат фундаментом структурной перестройки отрасли, кардинально трансформируя архитектурно-проектное мышление и парадигму строительного материаловедения. Способствуют переходу от архаичных методов возведения зданий к наиболее прогрессивным, комплексному решению проблем энергосбережения и энергоэффективности, развитию когенерационных схем энергоснабжения, модернизации конструктивных свойств строительных объектов и т.д. При всех вышеперечисленных преимуществах освоения инновационных технологий, строительная отрасль в России остается технологически отсталой, консервативной и инерционной, о чем свидетельствуют статистические данные. Удельный вес строительных организаций, осуществляющих экологические инновации, составляет порядка 2–3 % от общего числа субъектов рыночной экономики. Для сравнения, в западных странах (в том числе Германия, Франция, Нидерланды) удельный вес инновационно активных строительных предприятий равен 15–20 %.

Перспективным направлением в рамках экологизации строительства является внедрение ресурсосберегающих технологий и экологических методов возведения фундаментов зданий. Экологизация фундаментостроения направлена на сохранение природного рельефа, растительности, леса, почвенного слоя земли, защиту основания фундамента от промерзания, недопущение проникновения наружных вод, сохранение режима подземных вод, минимизацию дополнительного давления на грунт, снижение шумового и вибрационного воздействия. Сегодня экологическое построение фундаментов зданий выражается, в основном, в применении ресурсосберегающих методов (свайно-ростверковый, «стена в грунте» и т.д.), экономический эффект которых заключается в минимизации трудоемкости (без привлечения специальной техники), материальных затрат, металлоемкости и сроков строительства, достижении высоких качественных и эксплуатационных характеристик строительных объектов, их экономной эксплуатации, включая снижение теплотерьер и затрат на ремонт.

Список использованной литературы

1. Асаул А.Н. Основные направления формирования экономических эффектов от внедрения инноваций в инвестиционно-строительный цикл / А.Н. Асаул, Д.А. Заварин, С.Н. Иванов // Вестник гражданских инженеров. — 2015. — № 3 (50). — С. 254–261.
2. Ключникова Ю.В. Проблемы внедрения инновационных технологий в строительстве / Ю.В. Ключникова // Евразийское научное объединение. — 2015. — Т. 1, № 2 (2). — С. 111–112.

3. Хлопцов Д.М. Эколого-экономическая оценка объектов «зеленого строительства» / Д.М. Хлопцов, М.А. Губанищева // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2018. — № 11 (206). — С. 6–12.

4. Корнилов П.П. О некоторых механизмах развития инноваций в строительной отрасли / П.П. Корнилов, П.Н. Захаров // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. — 2017. — № 9 (103). — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30022783>.

5. Инновации в инвестиционно-строительной сфере : учеб. пособие / А.Н. Асаул, М.А. Асаул, Д.А. Заварин, Е.И. Рыбнов ; под ред. А.Н. Асаула. — Москва : Юрайт, 2019. — 205 с.

6. Абовский Н.П. Экологический принцип фундаментостроения для малоэтажных зданий / Н.П. Абовский, И.С. Инжутов, И.С. Пэскэлуце // Жилищное строительство. — 2012. — № 8. — С. 31–33.

7. Чурсина Ю.А. Эффективность ресурсосберегающих технологий в строительстве на примере строительства фундаментов зданий / Ю.А. Чурсина, П.В. Малков // Науковедение. — 2016. — Т. 8, № 6 (37). — С. 10–20.

Информация об авторах

Преснов Олег Михайлович — кандидат технических наук, доцент, кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения», Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: OPresnov@sfu-kras.ru.

Татаринцев Никита Иванович — студент, отделение промышленного и гражданского строительства, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: tatarintsev@list.ru.

Михайлова Дарья Дмитриевна — студент, отделение промышленного и гражданского строительства, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: mihaylovadaria@mail.ru.

Authors

Oleg M. Presnov — PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Roads and Urban Structures, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: OPresnov@sfu-kras.ru.

Nikita I. Tatarintsev — Student, Department of Industrial and Civil Construction, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: tatarintsev@list.ru.

Daria D. Mikhailova — Student, Department of Industrial and Civil Construction, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: mihaylovadaria@mail.ru.

Для цитирования

Преснов О.М. Экономическая целесообразность экологизации фундаментостроения / О.М. Преснов, Н.И. Татаринцев, Д.Д. Михайлова. — DOI 10.17150/2411-6262.2021.12(3).15 // Baikal Research Journal. — 2021. — Т. 12, № 3.

For Citation

Presnov O.M., Tatarintsev N.I., Mikhailova D.D. Economic Feasibility of Greening Foundation Engineering. *Baikal Research Journal*, 2021, vol. 12, no. 3. DOI: 10.17150/2411-6262.2021.12(3).15. (In Russian).