

УДК 69.055

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.В. Прохоров, О.А. Федорова

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,

Российская Федерация

e-mail: Oc204@bk.ru

С развитием промышленности человечество в геометрической прогрессии увеличивало потребление невозобновляемых энергетических ресурсов. Строительство занимает весомую часть в экономике Российской Федерации, где при выполнении строительно-монтажных работ затрачивается немалое количество различных энергоресурсов. В представленной статье разработаны организационно-технологические мероприятия по снижению потребления энергоресурсов и альтернативные решения по повышению энергоэффективности строительного производства. Проведенные исследования позволили выявить приоритетные направления и резервы для оптимизации энерго- и ресурсопотребления строительства.

Ключевые слова: строительство, энергоэффективность, организация строительства, оптимизация ресурсов, конкурентоспособность

ORGANIZATIONAL MEASURES TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY OF CONSTRUCTION PRODUCTION

S. Prokhorov, O. Fedorova

Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich

Stoletov, Russian Federation

e-mail: Oc204@bk.ru

With the development of industry, mankind exponentially increased the consumption of non-renewable energy resources. Construction occupies a significant part in the economy of the Russian Federation, where a considerable amount of various energy resources is spent during construction and installation works. The article presents organizational and technological measures to reduce energy consumption and alternative solutions to improve energy efficiency of construction production. The conducted researches allowed to reveal priority directions and reserves for optimization of energy and resource consumption of construction.

Keywords: construction, energy efficiency, organization of construction, optimization of resources, competitiveness

Введение. Вопрос энерго- и ресурсосбережения привлек внимание человечества сравнительно недавно. Этому способствовало сразу несколько глобальных мировых проблем. Основная - ухудшение экологической обстановки в результате выброса вредных

веществ при получении, переработке и использовании традиционных энергетических ресурсов. На втором месте можно выделить геополитическую составляющую, когда запасы нефти, газа и т.д. сосредоточены в отдельных государствах, что делает зависимой экономику других стран от внешнеполитического курса этих стран-монополистов. Российская Федерация, как известно, обладает большими изведенными запасами природных ресурсов и является их крупнейшим импортером. Это позволяет существенно пополнять бюджет страны, но одновременно тормозит развитие научно-технического потенциала по применению альтернативных источников энергии и энергосбережению. Однако, энергоёмкость экономики России остается на достаточно высоком уровне, и для развития всех секторов экономики необходимо внедрение новых технологий и альтернативных источников энергии. По данным Росстата, отношение объема потребления топливно-энергетических ресурсов к объему валового внутреннего продукта (ВВП) снижается (рисунок 1), но темпы снижения недостаточны для конкуренции на мировом рынке.[1].

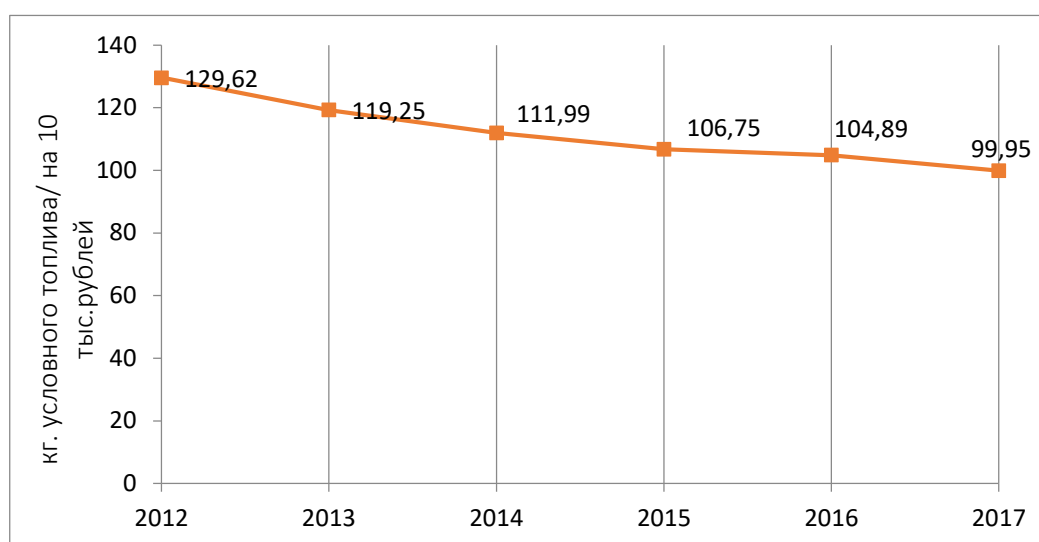


Рисунок 1. – Отношение объема потребления топливно-энергетических ресурсов к объему валового внутреннего продукта (ВВП)

Для повышения конкурентоспособности экономики на мировом уровне Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216 утверждена «Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации» и разработана «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года». В числе основных направлений обеспечения энергетической безопасности и стратегии развития выделяется совершенствование производственно-технологической деятельности и повышение энергоэффективности жилищно-коммунального комплекса России [2].

Жизненный цикл здания состоит из проектирования, строительства (возведения), эксплуатации и утилизации. Основные затраты приходятся на эксплуатацию объектов недвижимости (до 75%), поэтому в большинстве работ рассматриваются мероприятия по снижению энергопотребления именно на этой стадии. Вместе с тем, до 15% затрат энергоресурсов приходится на период возведения, и если расходы на эксплуатацию

оплачиваются собственниками помещений, то расходы при строительстве ложатся на плечи строительных компаний [3]. В большинстве строительных компаний, особенно региональных, организация работ по возведению зданий, энергетическое обеспечение строительной площадки и контроль за расходом материально-технических ресурсов находятся на уровне 90-х годов прошлого века. Это влечет за собой снижение конкурентоспособности, повышение себестоимости строительно-монтажных работ и увеличение экологической нагрузки на регион, где производятся работы. Необходима разработка нового подхода к организации строительно-монтажных и вспомогательных работ, а также к организации санитарно-бытового обслуживания строительной площадки.

Основная часть. Технологические процессы возведения здания можно разделить на подготовительные, заготовительные, строительно-монтажные. Задачей выполнения подготовительных процессов, как известно, является подготовка строительной площадки к производству основных работ, в том числе геодезическая разбивка территории. Традиционно геодезическое обеспечение строительства выполняется с использованием тахеометров. Несмотря на то, что со времен оптических нивелиров процесс значительно упростился за счет автоматизации большинства процессов, он по-прежнему остается достаточно трудоемким. С развитием современных цифровых технологий, появлением оптики высокой четкости, а также совершенствования лазерного сканирования стало возможным получение цифровой модели местности при помощи беспилотных летательных аппаратов и лидаров [4,5]. Данные технологии позволяют не только сократить время на получение геодезической подосновы, но и в дальнейшем сэкономить энергетические ресурсы при планировке поверхности, выполнении работ нулевого цикла и т.д. Построенная цифровая модель может быть использована в дальнейшем в различных программах ГИС и САПР, что облегчает процесс проектирования, оценки качества и объема выполненных работ. В частности, компания ООО «Индор-Центр» в 2017 г. выполнила при помощи беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 Pro оценку объемов и качества работ по реконструкции дорожного полотна [6].

На следующем этапе, полученная цифровая модель может быть соотнесена с моделью проектируемого земляного сооружения и требуемые параметры могут быть загружены в землеройно-транспортные машины. Традиционные методы выполнения земляных работ постепенно уходят в прошлое. Современные экскаваторы, бульдозеры, грейдеры и другая строительная техника, оснащенная компьютерными системами управления и позиционирования, позволяет снизить количество технологических операций до минимума [7]. В конечном итоге это приводит к сокращению времени работы машины и, как следствие, снижается количество вредных выбросов, потребляемого топлива, наработки машины. Немаловажным фактором является и то, что автоматизированные системы выбирают оптимальный режим загрузки рабочего оборудования. Это не только повышает надежность машинного парка, но и предотвращает перерасход ГСМ.

Помимо непосредственного управления технологическими операциями, программные продукты, основанные на получении информации о ходе выполнения работ в реальном времени, позволяют решать организационные вопросы, такие как обслуживание машинных парков, диагностика технического состояния и другое. [8] В частности, компания «Торсон», предлагает систему управления строительством SiteLink3D. При подключении машин к этому сервису можно из любой точки мира получить информацию о параметрах

выполняемых работ, а при интеграции с программным продуктом «DynaRoad» возможна оптимизация и управление работами на всем протяжении строительства [9].

Мировые производители строительной техники уже достаточно давно выпускают машины, оснащенные механизмами рекуперации энергии при движении подвески вниз, что способствует сокращению потребляемой энергии [10, 11].

Другим направлением для снижения энергозатрат может служить применение частотного электропривода взамен релейно-контакторных панелей, что способствует экономии электроэнергии до 40%. При использовании модулей рекуперации энергия торможения электропривода возвращается в питающую сеть [12].

На стадии выполнения строительно-монтажных работ необходимо осуществлять внедрение мероприятий, позволяющих повысить энергоэффективность строительства. Например, при выполнении бетонных работ при отрицательных температурах зачастую применяется метод электропрогрева. Для повышения эффективности этого метода целесообразно активно использовать компьютерные системы температурно-прочностного контроля. Программные продукты данного направления позволяют снизить энергопотребление при прогреве бетона, увеличить производительность труда и повысить качество работ по возведению монолитных конструкций в зимнее время.

К организационным мероприятиям можно отнести подъем сборных элементов в кассетах и стеллажах с размещением на монтажном горизонте. Это мероприятие способствует снижению числа подъемов и опусканий крюка крановых механизмов. Еще одним направлением может служить равномерное распределение нагрузки на электросеть, без явно выраженных пиков и падений. Это достигается путем поточной организации строительства и четкого соблюдения графика производства работ.

Значительную роль в повышении энерго- и ресурсосбережении строительства играет его организация. При разработке проекта организации строительства определяется потребность в воде, электроэнергии, топливе и тепловой энергии. Потребность строительства в воде подразделяется на хозяйственно-бытовые, технологические и пожарные нужды. Для сокращения потребления воды на бытовое обеспечение площадки рационально применять системы оборотного водоснабжения. Многократное использование воды в системе оборотного водоснабжения резко снижает количество свежей воды, потребляемой строительством, и количество сточных вод [13]. Кроме этого, такие системы необходимо использовать для мойки колес транспорта. Экономия воды на хозяйственно-бытовые нужды может достигаться за счет установки систем дозирования и аэрирования воды в душевых и умывальных комнатах.

Для сокращения потребления воды на технологические нужды целесообразно применение маловодных технологий выдерживания бетонов, обеспыливания и водных завес при производстве работ.

Весомую часть энергозатрат на строительной площадке занимает электроснабжение строительства.

Для освещения строительной площадки возможно использовать LED- светильники со встроенными аккумуляторами и солнечными батареями. Дополнительного сокращения потребления электроэнергии можно добиться применением автоматики, фиксирующей внешнюю освещенность и регулирующей силу светового потока. Освещение внутриплощадочных дорог и рабочих мест, где работы проводятся периодически, возможно

с применением источников света с датчиками движения. Согласно исследованиям, проведенным компанией «Unilight», данные мероприятия позволяют экономить до 50% электроэнергии [14].

Немалую экономию энергоресурсов можно получить при правильном подходе к теплоснабжению и кондиционированию бытовых помещений. Переход от отдельностоящих вагончиков к заблокированным помещениям, применение систем рекуперации в вентиляционных системах и системах горячего водоснабжения, использование систем с автоматической регулировкой теплового излучения позволяет значительно повысить энергоэффективность строительства. При высоких начальных затратах, в результате многократного применения и мобильности, данные системы достаточно быстро себя окупают, и в дальнейшем будут служить для экономии. В частности, тепловой коллектор площадью 1 кв.м, установленный в Московском регионе, производит 117,95 кВт·ч/кв.м, при средней потребности для использования горячей воды на 1 человека от 2 до 4 кВт тепловой энергии в день [15].

Использование для обогрева помещений автономных источников теплоснабжения с количественно-качественным способом регулирования отпуска тепла, автоматизированных тепловых пунктов с погодозависимым регулированием существенно сокращает затраты на отопление, а как следствие - уменьшает вредные выбросы в атмосферу. Совмещение системы обогрева с системами вентиляции и кондиционирования позволит применять рекуперационные системы и снизить энергозатраты на нагрев и осушение воздуха.

Заключение. Хотя рассматриваемые технологии известны уже давно и применяются в ограниченном масштабе при строительстве индивидуальных зданий, необходима разработка комплексных решений для включения их в строительную практику на законодательном уровне. Основными препятствиями на пути массового внедрения мероприятий по энергосбережению при возведении зданий и организации строительной площадки являются увеличение капитальных затрат на строительство и отсутствие механизма возврата вложенных средств за использование энергосберегающих технологий.

Таким образом, могут быть сформулированы следующие задачи:

1. Создание условий экономической заинтересованности субъектов во внедрении новых технологий и экономии ресурсов в строительном производстве.
2. Для закрепления на законодательном уровне, необходимо внесение изменений в нормативные документы по организации строительства с учетом требований энергоэффективности и ресурсосбережения.
3. Формирование системного подхода к организации и управлению строительством с точки зрения энерго - и ресурсопотребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отношение объема потребления топливно-энергетических ресурсов к объему валового внутреннего продукта (ВВП) [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.rosstat.gov.ru/> – Дата доступа: 21.10.19.
2. Долаева, З. Н., Урусов, А. Р. Перспективность внедрения энергоэффективных технологий в строительстве [Электронный ресурс] / З.Н. Долаева, А.Р. Урусов // Молодой ученый. – 2016. –

- №26. – С. 32–35. – Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/130/36039/>. – Дата доступа: 20.10.2019.
3. Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат // Национальное объединение проектировщиков –Москва: НОСТРОЙ - 2014. –72с.
 4. Геращенко, Р.В. Дроны в строительстве / Р.В. Геращенко // Вестник современных исследований. – 2018. –№ 11.5 (26). – С. 328–329.
 5. Крамаренко, А.В., Краснова, К.С. Анализ возможности использования дронов в современном строительстве /А.В. Крамаренко, К.С. Краснова // Наука и образование: новое время. – 2017. – № 6 (23). – С. 313–319.
 6. Коробов, Д.А. Использование беспилотных авиационных систем мониторинга линейных объектов [Электронный ресурс] / Д.А. Коробов// Электронный научно-практический журнал. – 2017-Май. – Режим доступа: URL: <http://www.mnvnauka.ru/2017/05/Korobow.pdf>. – Дата доступа: 21.10.2019
 7. JIN, Z., PAGILLA, P.R., MASKE, H. CHOWDHARY, G. Methods for Blended Shared Control of Hydraulic Excavators with Learning and Prediction[Электронный ресурс]/ Z. JIN, P.R. PAGILLA, H. MASKE, G. CHOWDHARY// Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control. – 2019. – pp. 1973–1978. – Режим доступа: URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/8619826>– Дата доступа: 21.10.2019.
 8. HEIKKILÄ, R., VILJAMAA, E., KAARANKA, A., MAKKONEN, T., PELTOMAA, I. Automated dynamic management of road construction sites[Электронный ресурс]/ R. HEIKKILÄ, E. VILJAMAA, A. KAARANKA, T. MAKKONEN, I. PELTOMAA // 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, ISARC 2014 – Proceedings. – 2014. – pp. 171-175. – Режим доступа: URL https://www.iaarc.org/publications/2014_proceedings_of_the_31st_isarc_sydney_australia/automated_dynamic_management_of_road_constructionsites.html. – Дата доступа: 21.10.2019.
 9. Овчинников, И.В., Сивков, Е.Н. Использование современных приборов фирмы «TOPCON» для строительства/ И.В. Овчинников, Е.Н. Сивков // Сборник материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2015 году. – 2016. – С. 225–230.
 10. HAO, Y., XIA, L., QUAN, L., ZHAO, B., CHENG, H., XIONG, X. Research on Characteristics of Heavy-load Lifting Machinery Based on Hydraulic-gas Energy Storage and Closed Displacement Controlled System/ Y.HAO, L. XIA, L. QUAN, B. ZHAO, H. CHENG, X. XIONG // Journal of Mechanical Engineering. – 2019. – No. 55(16).– pp. 213–219.
 11. Исаков, В.С., Ерейский, А.В. Повышение эффективности применения энергосберегающих технологий в процессах торможения подъемно-транспортных, строительных и горных машин/ В.С. Исаков, А.В. Ерейский// Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2018. –№ 3 (199). – С. 80–88.
 12. HE, X., JIANG, Y., Review of hybrid electric systems for construction machinery/ X. HE, Y. JIANG // Automation in Construction. – 2018. – No.92. – pp. 286–296.
 13. Кадацкая, О.В., Санец, Е.В. Тенденции изменения водопользования в Беларуси / О.В. Кадацкая, Е.В. Санец, // Природопользование. – 2014. – № 25. – С. 82–90.
 14. Умное освещение [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <https://unilight.ru/resheniya/ulichnoe-osveshhenie/>. – Дата доступа: 20.10.2019.
 15. Никитенко Е.Н., Старкова Л.Г. Анализ возможностей использования солнечных коллекторов для теплоснабжения пансионата в Московской области/ Е.Н. Никитенко, Л.Г. Старкова // Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения: Материалы III Всероссийской научно-технической конференции : ПАО "ФСК ЕЭС-КП МЭ", 2018. – С. 140–144.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>