



Бережливое строительство как инновационный метод управления строительством

П.И. Горелик¹

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье

УДК 69.003

Статья о новом оборудовании, материалах, технике и технологиях

История

Подана в редакцию 30 октября 2014
Принята 27 декабря 2014

Ключевые слова

бережливое строительство, бережливое производство, «живучее» производство, снижение потерь, поток, управление строительством, создание ценности

АННОТАЦИЯ

Строительная отрасль на сегодняшний день существенно отстает в развитии от других отраслей промышленности по части освоения новых методов управления. Специфичность этой отрасли и ее отличия заметно осложняют процесс их внедрения. Одним из важнейших направлений развития российской строительной отрасли в настоящее время является освоение новых способов управления в хаотичных условиях строительства. В статье рассмотрены проблемы, традиционно возникающие в строительной отрасли, а также современные подходы к управлению производством, позволяющие адаптироваться к переменчивым условиям строительного производства. Описана методика бережливого строительства как инновационный подход к управлению строительными объектами с применением принципов бережливого производства и «живучего» производства.

Содержание

1.	Введение	41
2.	Традиционные методы управления и метод «Бережливого строительства»	42
3.	Заключение	43

¹

Контактный автор:
+7 (911) 832 9436, Polina23707@gmail.com (Горелик Полина Игоревна, студент)

1. Введение

Каждый объект строительства и производственный процесс является уникальным. Строительство проводится с учетом разных физических условий, функционального назначения, индивидуальных требований заказчика, его финансовых возможностей и множества других факторов [5, 8, 13, 14]. Поэтому даже при строительстве типовых зданий каждый новый проект отличается от предыдущих. Очень велико число участников строительного производства, длительность строительства и территориальная разбросанность проектов также отрицательно влияет на эффективность управления [16]. От проекта к проекту меняется состав участников: проектировщиков, подрядчиков, поставщиков, требования государственных структур. Потребность в кредитах, возникающая из-за медленной оборачиваемости капитала, также влечет за собой большой риск [13].

«Хаос — естественное состояние проектов строительства, поэтому необходим инструментарий, который позволил бы добиваться целей проекта в таких сложных условиях при одновременном обеспечении высокого качества и производительности» [2]. Неспособность применять и разрабатывать новые методы управления приводит к сбоям в работе участников строительного процесса, снижению производительности и качества, а следовательно к радикальному отставанию от ведущих зарубежных стран.

Черных Е. А. определяет следующие хронические проблемы строительства:

- систематическое превышение установленных сроков строительства и затрат на него;
- низкая производительность;
- невысокое качество строительной продукции;
- простои;
- низкий уровень квалификации многих работников;
- плохие условия труда;
- неполное соблюдение требований промышленной безопасности, охраны труда, окружающей среды и т.п. [3].

Одной из главных причин возникновения этих проблем является отставание строительства от многих отраслей промышленности в части освоения передовых методов управления. Возникает необходимость в адаптации передовых методов управления производством, активно развивающихся за рубежом, к строительному производству и его отличительным характеристикам, либо создание собственных. Так как российские строительные фирмы вошли в рынок с устаревшими управленческими структурами, сформировавшимися в условиях административно-командной экономики, будет полезно обратиться к зарубежному опыту, проверенному десятилетиями работы в условиях рыночной экономики [17].

Совершенствование управленческой деятельности в строительстве происходит по нескольким направлениям: внедрение инновационных технологий; использование современных стройматериалов; оптимизация финансовых, производственных и людских и других ресурсов [12].

Недостатки организации строительного производства:

- принятие несвоевременных, непоследовательных и даже неуместных решений высшим руководством;
- неспособность организовывать нормальное взаимодействие с партнерами по проекту;
- отсутствие командной работы внутри строительных компаний;
- неэффективные коммуникации и информационные потоки;
- недостаточное применение управленческого инструментария, прежде всего статистических методов;
- низкая мотивация персонала к качественному и результативному труду;
- неспособность реализации или полное игнорирование принципа непрерывного совершенствования в ходе проектов строительства [3].

Недостаточная скоординированность многочисленных участников строительного процесса приводит к увеличению сроков сооружения и ввода в действие объектов, перерасхода всех видов ресурсов, неудовлетворительного использования производственного потенциала и др. [15, 33]. Развитие управленческих структур организаций в направлении дальнейшего углубления специализации отдельных элементов ведет к усложнению координации их деятельности и росту потерь. Возникают сомнения в адекватности традиционных линейно — функциональных структур управления процессами в строительстве современным требованиям [7].

2. Традиционные методы управления и метод «Бережливого строительства»

Традиционные методы управления строительством ориентированы исключительно на менеджмент задач, рассматривают производство как преобразование входов в выходы. Этого недостаточно, чтобы обеспечить дальнейший прогресс в строительстве, которое отстает от других отраслей в освоении методов, базирующихся на понимании производства как процесса создания ценности и потока [3].

Ценность и поток. Создать ценность для проектировщика значит выявить перспективные для себя группы потребителей, предъявляемые ими требования к характеристикам продукции, разработать ее, произвести, осуществить поставку и обслуживание. Так, чтобы:

1. Потребитель был удовлетворен покупкой и не сожалел о потраченных деньгах;
2. Поставщик имел возможность получить прибыль за счет обслуживания этих групп потребителей в объемах, оправдывающих его инвестиции и предпринимательские усилия [3, 6].

В концепции создания ценности производство — это процесс, в ходе которого создается ценность для потребителя по средствам удовлетворения его потребностей.

Поточный метод — такой метод организации строительства, который обеспечивает планомерный, ритмичный выпуск готовой строительной продукции на основе непрерывной и равномерной работы трудовых коллективов неизменного состава, снабжение своевременной и комплексной поставкой всех необходимых материально-технических ресурсов [9, 18].

В концепции потока производство — поток материалов, оборудования, информации, включающий преобразование входов в выходы, проверки, перемещения и ожидания.

Бережливое управление объектами. Концепция «бережливого производства», основанная в 1950-е годы Тайити Оно в компании Toyota (Toyota Production System), дала развитие концепции американских специалистов *lean production* [20, 29]. *Бережливое производство* ориентировано на эффективное использование имеющихся ресурсов, а также сокращение действий, которые не добавляют продукту ценности. Это позволяет уменьшить жизненный цикл производства и понизить конечную стоимость продукта [26]. Система *lean* включает в себя множество методик, инструментов и подходов к менеджменту. Основным принцип бережливого производства — одни действия, осуществляемые в процессе производственной деятельности, повышают ценность создаваемой продукции, другие нет (потери).

Сначала эту систему применяли в основном на автомобильных производствах, потом *бережливое производство* адаптировали и к другим отраслям. На сегодняшний день *lean production* находит применение в таких отраслях, как: логистика, банковские услуги, торговля, информационные технологии, образование, медицина, нефтедобыча и строительство.

Финский специалист Лаури Коскела первым опубликовал работы, в которых поставил вопрос о применимости методов *бережливого производства* в строительной отрасли, положив тем самым начало бережливому строительству [30]. *Lean construction (LC) — бережливое строительство (БС) —* быстроразвивающееся направление менеджмента качества, созданное с целью разрешить хронические проблемы строительства с помощью применения принципов *бережливого производства* в строительной отрасли [3, 19, 20, 22-28]. Начало активно развиваться в середине 1990-х.

Главное отличие от традиционных методов состоит в том, что *бережливое производство* исходит из того, что хаос — естественное состояние строительного проекта. Даже выполнение тщательно спланированных планов может быть поставлено под угрозу. В отечественной практике установился линейный подход, который предполагает, что достигнуть хорошего результата можно тщательно спланировав и организовав строительный процесс.

Центральная идея БС — поиск и применение систематических методов снижения всех видов потерь, сформулированных Тайити Оно, таких как: потери из-за перепроизводства, потери из-за запасов, потери из-за ремонта/брака, потери движений, потери обработки, потери ожидания, потери транспортировки [2]. Одной из важнейших задач, которую ставит перед собой специалисты бережливого строительства является выравнивание потоков работ, т. е. создание запасов фронтов работ, готовых к выполнению.

Система «Последний проектировщик» (The last planner system) — один из инструментариев, предложенных БС. Построена по принципу «снизу вверх» и охватывает период в одну неделю. Позволяет улучшить качество строительно-монтажных работ, уменьшает количество дефектов, сокращает сроки строительства и затраты. Более подробно описанная в [1, 21]. LPS была использована при строительстве пятого терминала аэропорта Хитроу в Лондоне с бюджетом около \$8 млрд и больницы North Staffs Hospital PFI с бюджетом около \$400 млн.

«Живучее» управление объектами (Agile Project Management, APM) — подход к управлению производством, призванный учесть динамичный, постоянно меняющийся характер спроса на производимую продукцию, в условиях которого бережливое производство не работает. Рассматривает создание ценности как процесс, продолжающийся в течение всего жизненного цикла проекта, то есть промежутка времени между началом проекта и его концом [10]. Традиционные производства склонны к тому, чтобы определять ценность проекта заблаговременно как некую цель, которую нужно достичь в результате проекта [4].

В отличие от традиционного закрытого, иерархического менеджмента, APM опирается на «плоскую», командную организационную структуру. В рабочем процессе используются небольшие команды, обычно находящиеся на самоуправлении. Отказ от многоступенчатого руководства эффективно помогает избавиться от потерь из-за излишней «протокольности», уменьшить необязательный системный шум, вероятность комплексных ошибок. Риск возлагается на того участника бизнес-процесса, который может справиться с ним лучше всех, независимо от начальных обстоятельств.

APM рассматривает перемены как неизбежность и как возможность увеличить создаваемую ценность [32]; APM можно рассматривать как подход, гармонично сочетающий свойства как хаоса, так и порядка, то есть как подход хаордический [31].

«Живучее» производство является реакцией на сложности, создаваемые постоянными переменами. Чтобы стать «живучим», предприятие или объект должны быть организованы таким образом, чтобы активно и быстро адаптироваться к изменениям, используя все возможности для достижения наилучших результатов. «Живучесть» — общая стратегия, ориентированная на достижение успеха в непредсказуемых условиях.

Бережливое строительство — включает аспекты как БП, так и «живучего» производства. «Последний планировщик» частично можно считать «живучим». В России БС постепенно набирает популярность [11]. Успешно реализуются Лин-программы в компаниях «Волга СтройГрупп», «Чеховский Автодор», на нескольких заводах по производству строительных материалов в Московской области.

3. Заключение

1. На сегодняшний день существуют новые методики управления проектами, которые активно развиваются применительно ко многим отраслям промышленности, в том числе и в строительной отрасли.

2. Строительная отрасль имеет свои особенности, которые осложняют процесс внедрения методов управления отличных от традиционных.

3. Взгляд на строительство как на процесс хаотичный позволит детальнее изучить рассмотренные в статье методики и найти способ их применения в отечественных строительных организациях.

4. Внедрение методик бережливого и «живучего» производства требуют дополнительной адаптации к условиям нашей страны.

5. Эффективное внедрение и применения описанных в статье методов должно происходить с участием крупных строительных компаний и потребует переподготовки, инженерного переосмысления со стороны управленческого персонала.

Литература

- [1]. Черных Е. А. Оперативное планирование и качество строительства: отечественный и зарубежный опыт // Менеджмент качества. 2009. № 04 (08). С. 270-287.
- [2]. Черных Е. А. Организация строительного производства: бережливый подход // Менеджмент качества. 2010. № 01 (09). С. 44-55.
- [3]. Черных Е. А. Применение принципа потока в бережливом строительстве // Менеджмент качества. 2010. № 02 (10). С. 102-121.
- [4]. Роберт О., Лаури К., Гильерме Х., Риккардо К. Применимо ли «живучее» управление проектами в строительстве? (Часть 1) // Менеджмент качества. 2008. № 04 (04). С. 382-394.
- [5]. Кошира Ю. Совершенствование механизмов управления строительством в общественном секторе Японии с помощью методологии P2M // Управление проектами и программы. 2007. № 04 (12). С. 320-329.
- [6]. Танака К. Создание ценностей в строительной отрасли: новая сервисная модель для рынка «обновленного» строительства // Управление проектами и программы. 2005. № 04 (04). С. 31-38.
- [7]. Гамидов Г. С., Магомедов А. М., Борисова Л. А. Развитие организационных форм управления инновационными процессами в строительном комплексе // Инновации. 2006. №4. С. 50-54.
- [8]. Сагадиев Н. Н. Сущность и основные элементы стратегии управления строительным предприятием как социально-экономической системой // Транспортное дело России. 2009. № 6. С. 50-52.
- [9]. Дикман Л. Г. Организация, планирование и управление строительным производством. М.: Изд-во «Высшая школа», 1976. 603 с.
- [10]. Ватин Н. И., Калашников А. А. Организация, управление и планирование в строительстве. Базовые принципы и основы организации инвестиционно - строительных проектов. М.: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. 181 с.
- [11]. Башкардин Э. А. Бережливое строительство дошло до России // Менеджмент качества. 2008. № 01 (05). С. 68-73.
- [12]. Возмилов И. Д., Капустина Л. М. Развитие маркетингового комплекса применительно к управлению проектами в строительстве // Известия Уральского Государственного Университета. 2010. № 03. С. 125-130.
- [13]. Шитухина. Н.А. Организация и управление инвестиционным процессом в строительстве: зарубежный опыт // Труды Братского Государственного Университета. 2006. № 02. С. 333-337.
- [14]. Охара Ш. Применение технологии P2M в гражданском строительстве и анализ результатов // Управление проектами и программы. 2005. № 03 (03). С. 68-76.
- [15]. Бовтеев С.В., Терентьева Е.В. Управление сроками строительного проекта // Управление проектами и программы. 2014. № 02 (38). С. 158-173.
- [16]. Михненко О.В., Лепешкина М.Н. Виртуальные организации в инвестиционно - строительных проектах // Управление проектами и программы. 2006. № 04 (08). С. 348-360.
- [17]. Каплан. Е.Л. Управление строительной компанией. М.: Изд-во Гиорд, 2009. 144 с.
- [18]. Дикман Л. Г. Организация строительного производства. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 608с.
- [19]. Pestana, A.C.V.M.F., Alves, T.D.C.L., Barbosa, A.R. Application of lean construction concepts to manage the submittal process in AEC projects // Journal of Management in Engineering. 2014. Vol. 30. Issue 4.
- [20]. The Toyota Way model: An alternative framework for lean construction // Total Quality Management and Business Excellence. 2014. Vol. 25. Issue 5-6. Pp. 664-682.
- [21]. Gao, S., Low, S.P. The Last Planner System in China's construction industry - A SWOT analysis on implementation // International Journal of Project Management. 2014. Vol. 32. Issue 7, Pp. 1260-1272.
- [22]. Aziz, R.F., Hafez, S.M. Applying lean thinking in construction and performance improvement // Alexandria Engineering Journal. 2013. Vol. 52. Issue 4. Pp. 679-695.
- [23]. Yu, H., Al-Hussein, M., Al-Jibouri, S., Telyas, A. Lean transformation in a modular building company: A case for implementation // Journal of Management in Engineering. 2013. Vol. 29. Issue 1, Pp. 103-111.
- [24]. Alves, T.D.C.L., Milberg, C., Walsh, K.D. Exploring lean construction practice, research, and education // Engineering, Construction and Architectural Management. 2012. Vol. 19. Issue 5. Pp. 512-525.

- [25]. Nahmens, I., Ikuma, L.H. Effects of lean construction on sustainability of modular homebuilding // Journal of Architectural Engineering. 2012. Vol. 18. Issue 2, Pp. 155-163.
- [26]. Zimina, D., Ballard, G., Pasquire, C. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost // Construction Management and Economics. 2012. Vol. 30. Issue 5. Pp. 383-398.
- [27]. Ahuja, R. Sustainable Construction: Is Lean Green? ICSDEC 2012. Pp. 903-911.
- [28]. Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., and Minkarah, I. "Lean Construction: From Theory to Implementation." J. Manage. Eng. 2006, 22(4), 168–175.
- [29]. Лайкер Д. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 402 с.
- [30]. Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., O'Reilly, K. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice // Automation in Construction. 2011, Vol. 20. Issue 2. Pp. 189-195.
- [31]. Hock D. The art of chaordic leadership // Leader to Leader. 2000. No.15, Winter, Pp. 20–26.
- [32]. Owen R.L., Koskela L. (2006a). «Agile construction project management». In: 6th International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment, 6/7 April Delft, Netherlands. Research Institute for the Built and Human Environment, University of Salford.
- [33]. Антипов Д.А., Гонякина Е.Н., Бойчев В., Комарчев С.В. ERP-системы на российских строительных объектах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 11 (26). С. 127-135.

Lean construction as innovative construction project management method

P.I. Gorelik¹

Saint-Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

Technical paper

Article history

Received 30 October 2014
Accepted 27 December 2014

Keywords

lean construction,
lean production,
agile production,
loss reduction,
flow,
project management,
adding value

ABSTRACT

Today, reclamation of new management methods in construction industry developed much worse than in other manufacturing sectors. Uniqueness of this sector and its differences make the process of introduction of modern management methods more complicated. One of the most important directions in national construction sector is reclamation of new methods of management convenient in chaotic construction conditions. In this article main construction management problems and modern construction project management methods are presented. There is a description of lean construction method as method, which includes aspects of lean construction method and Agile Project Management.

¹

Corresponding author:
+7 (911) 832 9436, Polina23707@gmail.com (Polina Igorevna Gorelik, Student)

References

- [1]. Chernykh Ye. A. *Operativnoye planirovaniye i kachestvo stroitelstva: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt* [Operational planning and construction quality: domestic and foreign experience] *Menedzhment kachestva*. 2009. Vols. 04 (08). Pp. 270-287.
- [2]. Chernykh Ye. A. *Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva: berezhlivyy podkhod* [Operational planning and construction quality: domestic and foreign experience] *Menedzhment kachestva*. 2010. Vols. 01 (09). Pp. 44-55. (rus)
- [3]. Chernykh Ye. A. *Primeneniye printsipa potoka v berezhlivom stroitelstve* [Application of the principle of flow in Lean construction] *Menedzhment kachestva*. 2010. Vols. 02 (10). Pp. 102-121. (rus)
- [4]. Robert O., Lauri K., Gilyerme Kh., Rikkardo K. *Primenimo li «zhivucheye» upravleniye proyektami v stroitelstve?* (Part 1) [Are the "tenacious" project management in construction? (Part 1)] *Menedzhment kachestva*. 2008. Vols. 04 (04). Pp. 382-394. (rus)
- [5]. Koshira Yu. *Sovershenstvovaniye mekhanizmov upravleniya stroitelstvom v obshchestvennom sektore Yaponii s pomoshchyu metodologii R2M* [Improvement of mechanisms of construction management in the public sector in Japan using methodology P2M] *Upravleniye proyektami i programmami*. 2007. Vols. 04 (12). Pp. 320-329. (rus)
- [6]. Tanaka K. *Sozdaniye tsennostey v stroitel'noy otrasli: novaya servisnaya model dlya rynka «obnovlennogo» stroitelstva* [Creating value in the construction industry: a new service model for the market "Update"] *Upravleniye proyektami i programmami*. 2005. Vols. 04 (04). Pp. 31-38. (rus)
- [7]. Gamidov G. S., Magomedov A. M., Borisova L. A. *Razvitiye organizatsionnykh form upravleniya innovatsionnymi protsessami v stroitel'nom komplekse* [Development of organizational forms of management of innovation processes in the construction industry] *Innovatsii*. 2006. Vol. 4. Pp. 50-54. (rus)
- [8]. Sagadiyev N. N. *Sushchnost i osnovnyye elementy strategii upravleniya stroitel'nyim predpriyatiyem kak sotsialno-ekonomicheskoy sistemoy* [Essence and main elements of the strategy management of construction enterprise as a socio-economic system] *Transportnoye delo Rossii*. 2009. Vol. 6. Pp. 50-52. (rus)
- [9]. Dikman L. G. *Organizatsiya, planirovaniye i upravleniye stroitel'nyim proizvodstvom*. [Organization, planning and management of construction production] M.: *Izd-vo «Vysshaya shkola»*, 1976. 603 p. (rus)
- [10]. Vatin N. I., Kalashnikov A. A. *Organizatsiya, upravleniye i planirovaniye v stroitelstve. Bazovyye printsipy i osnovy organizatsii investitsionno - stroitel'nykh proyektov*. [Organization, management and planning in construction. Basic principles and fundamentals of investment - construction projects] M.: *Izd-vo Politekhnicheskogo un-ta*, 2010. 181 p.
- [11]. Bashkardin E. A. *Berezhlivoye stroitelstvo doshlo do Rossii* [Lean construction came to Russia] *Menedzhment kachestva*. 2008. Vols. 01 (05). Pp. 68-73. (rus)
- [12]. Vozmilov I. D., Kapustina L. M. *Razvitiye marketingovogo kompleksa primenitelno k upravleniyu proyektami v stroitelstve* [Development of marketing mix in relation to project management in construction] *Izvestiya Uralskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2010. Vol. 03. Pp. 125-130. (rus)
- [13]. Shitukhina. N.A. *Organizatsiya i upravleniye investitsionnym protsessom v stroitelstve: zarubezhnyy opyt* [Organization and management of the investment process in the construction of foreign experience] *Trudy Bratskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2006. Vol. 02. Pp. 333-337. (rus)
- [14]. Okhara Sh. *Primeneniye tekhnologii R2M v grazhdanskom stroitelstve i analiz rezultatov* [Applying P2M technology in civil engineering and analysis of results] *Upravleniye proyektami i programmami*. 2005. Vols. 03 (03). Pp. 68-76. (rus)
- [15]. Bovt'yev S.V., Terentyeva Ye.V. *Upravleniye srokami stroitel'nogo proyekta* [Time Management Construction Project Management] *Upravleniye proyektami i programmami*. 2014. Vols. 02 (38). Pp. 158-173. (rus)
- [16]. Mikhnenkov O.V., Lepeshkina M.N. *Virtualnyye organizatsii v investitsionno - stroitel'nykh proyektakh* [Virtual organizations in the investment - construction projects] *Upravleniye proyektami i programmami*. 2006. Vols. 04 (08). Pp. 348-360. (rus)
- [17]. Kaplan. Ye.L. *Upravleniye stroitel'noy kompaniyey*. [Management of construction company] M.: *Izd-vo Giord*, 2009. 144 p. (rus)
- [18]. Dikman L. G. *Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva*. [Organizatsiya construction industry] M.: *Izd-vo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov*, 2006. 608p. (rus)
- [19]. Pestana, A.C.V.M.F., Alves, T.D.C.L., Barbosa, A.R. Application of lean construction concepts to manage the submittal process in AEC projects (2014) *Journal of Management in Engineering*. Vol. 30. Issue 4.

- [20]. The Toyota Way model: An alternative framework for lean construction (2014) Total Quality Management and Business Excellence. Vol. 25. Issue 5-6. Pp. 664-682.
- [21]. Gao, S., Low, S.P. The Last Planner System in China's construction industry - A SWOT analysis on implementation (2014) International Journal of Project Management. Vol. 32. Issue 7, Pp. 1260-1272.
- [22]. Aziz, R.F., Hafez, S.M. Applying lean thinking in construction and performance improvement (2013) Alexandria Engineering Journal. Vol. 52. Issue 4. Pp. 679-695.
- [23]. Yu, H., Al-Hussein, M., Al-Jibouri, S., Telyas, A. Lean transformation in a modular building company: A case for implementation (2013) Journal of Management in Engineering. Vol. 29. Issue 1, Pp. 103-111.
- [24]. Alves, T.D.C.L., Milberg, C., Walsh, K.D. Exploring lean construction practice, research, and education (2012) Engineering, Construction and Architectural Management. Vol. 19. Issue 5. Pp. 512-525.
- [25]. Nahmens, I., Ikuma, L.H. Effects of lean construction on sustainability of modular homebuilding (2012) Journal of Architectural Engineering. Vol. 18. Issue 2, Pp. 155-163.
- [26]. Zimina, D., Ballard, G., Pasquire, C. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost (2012) Construction Management and Economics. Vol. 30. Issue 5. Pp. 383-398.
- [27]. Ahuja, R. Sustainable Construction: Is Lean Green? ICSDEC 2012. Pp. 903-911.
- [28]. Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., and Minkarah, I. "Lean Construction: From Theory to Implementation." J. Manage. Eng. (2006). Vols. 22(4). Pp. 168-175.
- [29]. Layker D. *Dao Toyota: 14 printsiptov menedzhmenta vedushchey kompanii mira* [Dao Toyota 14 principles of management]. *Per. s angl. M.: Alpina Biznes Buks, 2005. 402 pp. (rus)*
- [30]. Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., O'Reilly, K. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice (2011) Automation in Construction. Vol. 20. Issue 2. Pp. 189-195.
- [31]. Hock D. The art of chaordic leadership (2000) Leader to Leader. No.15, Winter, Pp. 20-26.
- [32]. Owen R.L., Koskela L. (2006a). «Agile construction project management». In: 6th International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment, 6/7 April Delft, Netherlands. Research Institute for the Built and Human Environment, University of Salford.
- [33]. Antipov D.A., Gonyakina Ye.N., Boychev V., Komarchev S.V. *ERP-sistemy na rossiyskikh stroitelnykh obyektakh* [ERP-systems on Russian building sites] Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. Vols. 11 (26). Pp. 127-135. (rus)