

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.059:620.193

DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1365-1372

Метод повышения производительности труда в строительстве

Азарий Абрамович Лapidус

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Предпринята попытка решения задачи определения производительности труда, рассмотрен метод ее повышения. Представление производительности труда в виде сложной системы, формирующейся исходя из положений системотехники в строительстве, позволяет создать декомпозицию ее составляющих в виде факторов и влияющих на них параметров.

Материалы и методы. Рассмотрена производительность труда как сложная строительная система, имеющая большое количество подсистем ее формирующую. Математическая модель производительности труда, сформированная из факторов и влияющих на них параметров, дает возможность определять фактическое значение производительности труда.

Результаты. Фактическое значение производительности труда предлагается сравнивать с нормальным значением — величиной, обеспечивающей требуемую производительность труда в строительстве, его отдельном виде или даже производственной структуре. В качестве основных факторов взяты исследуемые подсистемы, каждая из них принята за факторы, влияющие на производительность труда. К ним можно добавить и другие, например унификацию проектных решений или какой-нибудь еще фактор. Каждый из перечисленных факторов характеризуется создающими его параметрами. Так же, как и факторы, параметры, их создающие, представляют открытую подсистему, наполнение которой является предметом исследования. Результат — построение математической модели производительности труда.

Выводы. Решение прямой задачи — определение фактической величины производительности труда на основе значений факторов и влияющих на них параметров может осуществляться для сравнения с нормальным значением производительности труда и определением фактического роста производительности труда. Решение обратной задачи — достижение директивной продолжительности труда за счет присвоения факторам и влияющим на них параметрам значений, необходимых для решения поставленной задачи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: производительность труда, фактическое значение производительности труда, нормальное значение производительности труда, факторы производительности труда, влияющие на факторы параметры, метод повышения производительности труда

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Лapidус А.А. Метод повышения производительности труда в строительстве // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. Вып. 8. С. 1365–1372. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1365-1372

Автор, ответственный за переписку: Азарий Абрамович Лapidус, lapidus58@mail.ru.

A method of increasing labour productivity in construction

Azariy A. Lapidus

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. The attempt to solve the problem of labour productivity determination is made, the method of increasing it is considered. The representation of labour productivity in the form of a complex system, formed on the basis of the provisions of system engineering in construction, makes it possible to create a decomposition of its components in the form of factors and parameters influencing them.

Materials and methods. Labour productivity as a complex construction system with a large number of subsystems forming it is considered. A mathematical model of labour productivity, formed from factors and parameters influencing them, makes it possible to determine the actual value of labour productivity.

Results. The actual value of labour productivity is proposed to be compared with the normal value — the value that ensures the required labour productivity in construction, its individual type or even the production structure. The subsystems under study are taken as the main factors, each of them is taken as factors affecting labour productivity. Others can be added to them, for example, unification of design solutions or some other factors. Each of the listed factors is characterized by the pa-

rameters creating it. As well as the factors, the parameters creating them represent an open subsystem, the content of which is the subject of research. The result is the construction of a mathematical model of labour productivity.

Conclusions. The solution of the direct problem — determination of the actual value of labour productivity based on the value of factors and the parameters influencing them can be carried out for comparison with the normal value of labour productivity and determination of the actual growth of labour productivity. The solution to the inverse problem is to achieve the target labour duration by assigning to the factors and parameters influencing them the values necessary to solve the task.

KEYWORDS: labour productivity, actual value of labour productivity, normal value of labour productivity, labour productivity factors, parameters influencing factors, method of increasing labour productivity

FOR CITATION: Lapidus A.A. A method of increasing labour productivity in construction. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2024; 19(8):1365-1372. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1365-1372 (rus.).

Corresponding author: Azariy A. Lapidus, lapidus58@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день достижение основных результатов в строительстве — сокращение продолжительности, снижение бюджета проекта и повышение его качества — невозможно без повышения производительности труда [1]. Для рассмотрения вопросов повышения производительности труда необходимо сформулировать и обосновать, каким образом формируется это понятие, какие факторы его формируют.

Классическое определение производительности труда характеризуется объемом выпущенной продукции за рассматриваемую единицу времени [2]. Для строительства выпущенной продукцией могут являться элементы конструкций, конструкции, здания, комплексы зданий. Тем больше можно произвести продукции, чем качественнее будут применяемые материалы и технологии, простые и унифицированные проектные решения, выше квалификация исполнителей, отсутствие административных барьеров, проще логистика поставок и многое другое.

Производительность труда может выражаться в безразмерных единицах, как результат комбинаторики элементов, в дальнейшем факторов и их параметров, составляющих математическую модель, или в физическом выражении натуральных объемов произведенного продукта за единицу времени — смена, сутки, месяц, год [3].

Общая оценка производительности труда складывается из нескольких, наиболее значимых групп влияния на конечный результат. К ним можно отнести такие, как внесение изменений в регулирование строительной отрасли для придания ей максимальной прозрачности, совершенствование контрактной системы, модернизация производственных процессов на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) объекта строительства, оптимизация системы логистики и закупок, управление проектами строительства на современном уровне, цифровизация процессов строительства и производства строительных материалов, повышение уровня квалификации персонала на всех уровнях и другое [4].

В настоящее время поручением заместителя председателя Правительства Российской Федерации

Марата Хуснуллина от 29.05.2023 № 2825-П49-МХ¹ при Департаменте строительства Правительства РФ созданы рабочие группы, такие как «Повышение эффективной организации труда», «Создание стимулов для подрядных организаций по повышению производительности труда» и другие, деятельность которых направлена в том числе на повышение производительности труда в строительстве. Ранее был рассмотрен исследовательский механизм, позволяющий учитывать данные направления через создание организационно-технологической платформы в строительстве [5].

По результатам оценки работы этих групп можно представить, что производительность труда зависит от следующих направлений:

- развитие конкуренции на рынке строительства и производства строительных материалов;
- повышение скорости внедрения новых технологий и инноваций;
- развитие кадрового потенциала;
- цифровизация внешних и внутренних процессов, внедрение информационной системы управления проектами;
- повышение эффективности труда;
- сокращение инвестиционно-строительного цикла (ИСЦ);
- сокращение логистических издержек.

Этот перечень не является закрытым и в качестве дополнений можно, например, привести такие направления, как формирование типовых проектных решений, увеличение инвестиций в фундаментальные научные исследования, новые формы взаимодействия участников строительства [6] и др.

Существует подход оценки производительности труда, связанный со смежными не сырьевыми отраслями промышленности [7, 8], выделяющий следующие факторы — подсистемы, влияющие на производительность труда:

- финансирование основных фондов;
- вывод продукции на внешние рынки, участие в экспортной деятельности;

¹ Поручение заместителя председателя Правительства Российской Федерации Марата Хуснуллина от 29.05.2023 № 2825-П49-МХ.

- финансирование научных исследований и создание новых продуктов;
- финансирование технологических и организационных продуктов;
- цифровизация отраслей экономики;
- финансирование человеческого капитала.

Представленные выше факторы, формирующие производительность труда, отмечаются и в работах зарубежных ученых [9–11]. В отечественных исследованиях подчеркивается необходимость снижения административных барьеров в строительстве за счет различных процедур [12] при строгом выполнении требований по безопасности зданий и сооружений [13].

Как видно, формирование факторов, влияющих на производительность труда, приводит к созданию пересекающихся множеств, с повторением одних и тех же факторов, но иначе сформулированных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поэтому, по мнению автора, важно создать метод, опирающийся на изучение факторов, оказывающих влияние на производительность труда, позволяющий оценивать, а значит, и повышать производительность труда.

Рассмотрим производительность труда как сложную строительную систему, имеющую большое количество подсистем ее формирующую.

Этой строительной системе присущи все свойства сложной системы [14], благодаря которым мы сможем описать ее поведение и построить аналитическую модель, являющуюся основой метода формирования повышения производительности труда.

Для дальнейшего описания производительности труда сформулируем основные принципы существования сложной строительной системы [15]:

- системность — представление крупномасштабного строительного проекта как сложной системы;
- иерархичность — представление системы в виде поуровневой иерархии;
- этапность — представление строительного проекта в виде последовательных этапов, представляющих ЖЦ объекта [16];
- непрерывность — отсутствие перерывов между этапами ЖЦ строительного объекта;
- интеграция — возможность совмещения этапов ЖЦ строительного проекта;
- гибкость — способность системы в процессе реализации проекта оперативно реагировать на внешние воздействия и риски;
- адаптивность — возможность изменять структуру системы в процессе реализации проекта с сохранением его заданных конечных показателей;
- надежность — выполнение основных функциональных требований системы в установленных определенных диапазонах изменения ее параметров, направленных на реализацию проекта в соответствии с конечными показателями.

Метод повышения производительности труда можно представить в виде последовательности конкретных операций на следующих этапах:

- 1-й этап. Формирование факторов, оказывающих влияние на производительность труда.
- 2-й этап. Оценка весов и ранжирование факторов.
- 3-й этап. Формирование параметров, влияющих на факторы.
- 4-й этап. Оценка весов и ранжирование параметров, влияющих на факторы.
- 5-й этап. Создание аналитической модели производительности труда, учитывающей формирующие ее факторы и влияющие на них параметры.
- 6-й этап. Расчет производительности труда.
- 7-й этап. Корректировка параметров и факторов, направленная на повышение производительности труда.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассмотрим подробнее действия на каждом из перечисленных выше этапов.

1-й этап. Формирование факторов, оказывающих влияние на производительность труда

Возьмем в качестве основных факторов перечисленные выше при описании направления формирования системы производительности труда. Приняв каждую из подсистем за фактор, влияющий на производительность труда, составим открытый перечень, к которому на следующих этапах исследований можно добавить и другие факторы, например унификацию проектных решений или выход на зарубежные рынки, внедрение смарт-технологий [17].

Перед экспертами на этом этапе будет поставлена задача оценить необходимость и достаточность представленных факторов. Таким образом, итогом данного этапа является сформулированный перечень факторов:

- развитие конкуренции на рынке строительства;
- развитие конкуренции на рынке производства строительных материалов;
- повышение скорости внедрения новых технологий и инноваций;
- повышение скорости внедрения новых материалов;
- развитие кадрового потенциала;
- цифровизация внешних и внутренних процессов;
- внедрение информационной системы управления проектами;
- повышение эффективности труда;
- сокращение ИСЦ;
- сокращение логистических издержек.

2-й этап. Оценка весов и ранжирование факторов

На этом этапе эксперты осуществляют ранжирование факторов, их расстановку, например в убывающей позиции, в зависимости от веса фактора. Эксперты выбираются из числа специалистов, наиболее

вовлеченных в исследования производительности труда. Их количество должно превышать 4 [18], однако окончательное число может быть установлено по результатам эксперимента с учетом согласованности результатов.

Результаты экспертного опроса рассматриваются в два этапа [19]: оценивается согласованность экспертного мнения; выполняется проверка неслучайности согласия экспертов. Если признается согласованность мнений экспертов и подтверждается неслучайность их согласия, то строится априорная диаграмма рангов, рассчитываются удельные веса и определяются наиболее значимые факторы.

Согласованность мнений экспертов оценивается с помощью коэффициента конкордации Кэнделла (W), значение которого может быть от 0 до 1, а в случае согласованности должно быть больше 0,5. Для проверки гипотезы о неслучайности согласия экспертов используется критерий Пирсона (χ_p^2), значение которого сравнивается с табличными данными и в случае, если оно больше табличных, то подтверждается существенное сходство мнений экспертов:

$$\chi_p^2 > \chi_m^2. \quad (1)$$

Коэффициент конкордации Кендала вычисляется по формуле:

$$W = 12S/m^2 \cdot (k^3 - k), \quad (2)$$

где m — эксперты; S — сумма квадратов отклонений; k — факторы.

Критерий Пирсона определяется по формуле:

$$\chi_p^2 = W \cdot m \cdot (k - 1). \quad (3)$$

Таким образом, если значения коэффициента Кэнделла находятся в пределах от 0,5 до 1, а критерий Пирсона больше табличных значений, то результат значимый и можно переходить к оценке весов и представлению рангов факторов.

Вес i -го фактора g_i определяется по формуле:

$$g_i = N_i / \sum N, \quad (4)$$

где N_i — ранг i -го фактора; $\sum N$ — сумма рангов всех факторов.

3-й этап. Формирование параметров, влияющих на факторы

Каждый из перечисленных факторов характеризуется создающими его параметрами. Так же, как и факторы, параметры, их создающие, представляют открытую подсистему, наполнение которой является предметом настоящего исследования, и может быть дополнена экспертами. Рассмотрим представленные факторы и определим параметры, их создающие.

1. Развитие конкуренции на рынке строительства, параметры:

- механизмы конкуренции на рынке строительства;
- государственная мотивация конкурирующих структур на рынке строительства;

• финансовая мотивация конкурирующих структур на рынке строительства;

• система рейтингования на рынке строительства.

2. Развитие конкуренции на рынке производства строительных материалов, параметры:

• механизмы конкуренции на рынке строительных материалов;

• государственная мотивация конкурирующих структур на рынке строительных материалов;

• финансовая мотивация конкурирующих структур на рынке строительных материалов;

• система рейтингования на рынке строительных материалов;

• борьба с контрафактной продукцией.

3. Повышение скорости внедрения новых технологий и инноваций, параметры:

• получение информации о наличии новых технологий и инноваций;

• создание гибких нормативов для внедрения новых технологий и инноваций;

• допуск новых технологий и инноваций на рынок;

• практическое внедрение новых технологий и материалов.

4. Повышение скорости внедрения новых материалов, параметры:

• получение информации о наличии новых материалов;

• создание гибких нормативов для внедрения новых материалов;

• допуск новых материалов на рынок;

• практическое внедрение новых материалов на рынок.

5. Развитие кадрового потенциала, параметры:

• непрерывность профессионального образования и переподготовки;

• подготовка рабочих кадров;

• подготовка специалистов среднего звена;

• подготовка инженерно-технических работников (ИТР);

• переподготовка рабочих кадров;

• переподготовка специалистов среднего звена;

• переподготовка ИТР.

6. Цифровизация внешних и внутренних процессов, параметры:

• наличие соответствующего программного обеспечения (ПО);

• подготовка специалистов, реализующих цифровизацию в компаниях;

• скорость внедрения цифровизации внутренних и внешних процессов;

• цифровизация взаимоотношений с другими участниками строительной отрасли;

• мотивация внедрения цифровизации внутренних и внешних процессов.

7. Внедрение информационной системы управления проектами, параметры:

• наличие соответствующего ПО;

- наличие специалистов в области информационной системы управления проектами;
- мотивация внедрения системы управления проектами;

• наличие элементов системы управления проектами на всех этапах ЖЦ объектов строительства.

8. Повышение эффективности труда, параметры:

- типизация и унификация процессов;
- использование современных материалов;
- применение современных технологий;
- использование современного оборудования;
- заинтересованность подрядчиков в повышении эффективности труда;
- механизмы мотивации участников строительного рынка в повышении эффективности труда.

9. Сокращение ИСЦ, параметры:

- формирование структуры ИСЦ, направленной на преодоление административных барьеров;
- сокращение административных барьеров ИСЦ;
- обеспечение доступа к долгосрочному финансированию с оптимальной кредитной ставкой инвестиционно-строительных проектов;
- использование типизации и унификации организационно-технологических и проектных решений;
- реализация проектов с учетом принципов ЖЦ объекта строительства.

10. Сокращение логистических издержек:

- формирование логистических цепочек «производитель материалов и оборудования – строительная площадка»;
- программное обеспечение по формированию логистических цепочек «производитель материалов и оборудования – строительная площадка»;
- цифровизация логистических цепочек «производитель материалов и оборудования – строительная площадка»;
- оптимизация логистических цепочек «производитель материалов и оборудования – строительная площадка».

Таким образом, на этом этапе формируются параметры, оказывающие влияние на факторы производительности труда. Подсистема параметров не является закрытой и может дополняться как в процессе исследования, так и при проведении экспертного опроса.

4-й этап. Оценка весов и ранжирование параметров, влияющих на факторы

В процессе создания математической или аналитической модели производительности труда осуществляется экспертный опрос, позволяющий оценить значимость каждого параметра и его вес. Математический аппарат, используемый на этом этапе, аналогичен представленному на втором этапе. В соответствии с формулами (1)–(4) выполняется ранжирование всех исследуемых параметров, их вес, рассматривая их влияние на соответствующие факторы. То есть для каждого i -го фактора, ранг которого N_i и вес g_i уже известны, соответственно определяются

ранг N_{ij} и вес g_{ij} влияющих на данный фактор параметров. Такая детальная декомпозиция производительности труда позволит на следующих этапах построить модель, максимально учитывающую все элементы, ее формирующие — факторы и параметры.

5-й этап. Создание аналитической или математической модели производительности труда, учитывающей формирующие ее факторы и влияющие на них параметры

Полученные на предыдущем этапе результаты подлежат математической обработке. В этот момент трудно сказать, какой из операционных методов будет заложен в создание этой аналитической или математической модели.

Например, как один из вариантов может рассматриваться целевая функция. Как известно, целевая функция — это параметрическая функция многих переменных, подлежащая оптимизации в целях решения поставленной оптимизационной задачи.

В данном случае мы рассматриваем повышение производительности труда, а значит, перед нами стоит одна из задач оптимизации — максимизация, т.е. достижение максимальной производительности труда с учетом исходных данных, ее формирующих.

Как было показано ранее, на предыдущих этапах определяются характеристики каждого из факторов, формирующих производительность труда, и параметров, влияющих на них. Таким образом у j -го параметра i -го фактора производительности труда будет определен вес G_{ij} как произведение весов i -го фактора и j -го параметра:

$$G_{ij} = g_i \cdot g_{ij}. \quad (5)$$

Полученное значение, в определенной степени зависящее от его веса и вычисленное по формуле (5), характеризует влияние исследуемого параметра на производительность труда. В дальнейшем можно будет отбросить по оговоренному правилу наименее значимые факторы и параметры, чтобы было проще формировать значение конечного показателя, управляя наиболее значимыми факторами и параметрами.

6-й этап. Расчет производительности труда

Определив веса всех исследуемых факторов и параметров и имея математическое или аналитическое выражение производительности труда, можно осуществить расчет ее фактического значения ($\Pi_{ф}$) для последующего сравнения с нормальным значением производительности труда ($\Pi_{н}$).

Важным направлением в дальнейших исследованиях является получение нормального значения производительности труда — величины, позволяющей оценивать позитивную динамику в развитии экономических показателей строительства. Опираясь на знание о величине нормального значения, можно достаточно точно определять рост производительности труда применительно не только к строительству в целом, но и по исследуемым видам строительства — промышленному, гражданско-

му, дорожному, энергетическому и другим, а также при определенной корректировке факторов и параметров по комплексам объектов или даже производственным организациям. Как правило, рассматриваются действия, связанные только с повышением производительности труда, т.е. превышением фактического над нормальным значением производительности труда:

$$P_{\phi} > P_{н}. \quad (6)$$

Подобный подход рассмотрен в ряде исследований, хотя в них предлагаются другие терминологические определения [20]. Однако может возникнуть ситуация, когда фактическая производительность труда оказывается ниже нормальной, и тогда перед заинтересованным лицом стоит задача посредством воздействия на факторы и параметры производительности труда повысить фактическое значение до нормального, а затем в целях достижения глобального экономического эффекта превзойти его. В любом случае речь идет о создании механизма, позволяющего за счет изменения значений факторов и влияющих на них параметров в модели производительности труда достичь требуемой величины.

7-й этап. Корректировка факторов и параметров, направленная на повышение производительности труда

Корректировка факторов и параметров, направленная на достижение требуемых значений производительности труда, является системной задачей, связанной с инвестициями в инновации, трудовые ресурсы, ПО, технологии и оборудование, преодоление административных барьеров и многие другие факторы, описанные ранее.

Назовем это прямой задачей, которая возникает в случаях, когда требуется по результатам исследования текущих значений факторов и влияющих на них параметров определить фактическую величину производительности труда и сравнить ее с нормальной.

Довольно часто встречаются требования, называемые обратной задачей, когда необходимо достичь

директивного значения производительности труда. Тогда необходимо за счет корректировки факторов и параметров получить требуемый результат.

В обоих случаях следует разработать вычислительную программу, позволяющую посредством корректировки факторов и параметров рассчитывать значение производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование представляет попытку решения задачи определения производительности труда и разработки метода ее повышения.

Представление производительности труда в виде сложной строительной системы, формирующейся исходя из положений системотехники в строительстве, позволяет создать декомпозицию ее составляющих в виде факторов и влияющих на них параметров.

Математическая модель производительности труда, сформированная из факторов и влияющих на них параметров, позволит определять фактическое значение производительности труда.

Фактическое значение производительности труда предлагается сравнивать с нормальным значением — величиной, обеспечивающей требуемую производительность труда в строительстве, его отдельном виде или даже производственной структуре.

Решение прямой задачи — определение фактической величины производительности труда на основе значения факторов и влияющих на них параметров может осуществляться для сравнения с нормальным значением производительности труда и определения фактического роста производительности труда.

Решение обратной задачи — достижение директивной продолжительности труда за счет присвоения факторам и влияющим на них параметрам значений, необходимых для решения поставленной задачи.

Все перечисленные выше направления исследований являются важной государственной задачей, целью которой — повышение производительности труда в строительстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сальников К.Е. Сокращение продолжительности строительства в результате роста производительности труда // Финансы и управление. 2021. № 4. С. 38–49. DOI: 10.25136/2409-7802.2021.4.34480. EDN XOEDDW.

2. Киевский Л.В., Сергеев А.С. Градостроительство и производительность труда // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 55–59. EDN VCLZRD.

3. Андреева Е.А. Анализ динамики производительности труда в строительной отрасли России // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (63). С. 243–250.

DOI: 10.23968/1999-5571-2017-14-4-243-250. EDN YNZGKM.

4. Клюев В.Д., Щепанский С.Б., Панаева В.В., Зайцев Д.А. Производительность труда в строительной отрасли и методы ее измерения // Инноватика и экспертиза: научные труды. 2022. № 1 (33). С. 89–94. EDN KYUABY.

5. Лapidус А.А. Организационно-технологическая платформа строительства // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 4. С. 516–524. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.4.516-524. EDN BMHWDX.

6. Мищенко В.Я., Горбанева Е.П., Арчакова С.Ю., Добросоцких М.Г. Моделирование выполнения бригадами комплекса технологических процессов в организационно-технологическом проектировании // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2017. № 6. С. 37–43. EDN ZTMWAL.
7. Симачев Ю.В., Кузык М.Г., Федюнина А.А., Зайцев А.А., Юревич М.А. Производительность труда в несырьевых секторах российской экономики: факторы роста на уровне компаний // Вопросы экономики. 2021. № 3. С. 31–67. DOI: 10.32609/0042-8736-2021-3-31-67. EDN WSCOBД.
8. Симачев Ю.В., Кузык М.Г., Федюнина А.А., Юревич М.А., Зайцев А.А. Факторы роста производительности труда на предприятиях несырьевых секторов российской экономики // XXI Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества. 2020. 60 с.
9. Hanley A., Pérez J.M. Are newly exporting firms more innovative? Findings from matched Spanish innovators // Economics Letters. 2012. Vol. 116. Issue 2. Pp. 217–220. DOI: 10.1016/j.econlet.2012.03.006
10. Kanacs D., Siliverstovs B. R&D and non-linear productivity growth // Research Policy. 2016. Vol. 45. Issue 3. Pp. 634–646. DOI: 10.1016/j.respol.2015.12.001
11. Backman M. Human capital in firms and regions: Impact on firm productivity // Papers in Regional Science. 2014. Vol. 93. Issue 3. Pp. 557–576. DOI: 10.1111/pirs.12005
12. Лapidус А.А., Макаров А.Н. Применение риск-ориентированного подхода при выполнении функций строительного контроля технического заказчика // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. № 2. С. 232–241. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.2.232-241. EDN ARPPKP.
13. Wu X., Liu Q., Zhang L., Skibniewski M.J., Wang Y. Prospective safety performance evaluation on construction sites // Accident Analysis & Prevention. 2015. Vol. 78. Pp. 58–72. DOI: 10.1016/j.aap.2015.02.003
14. Сафарян Г.Б. Критический анализ обобщенной модели строительной системы // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. № 4. С. 41–47. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4. EDN PFGTCK.
15. Гусаков А.А., Богомолов Ю.М., Брехман А.И., Ваганян Г.А., Вайнштейн М.С., Владимирский С.Р. и др. Системотехника строительства. М.: Изд-во АСВ, 2004. 320 с. EDN UBCQYB.
16. Glukhova M.G., Shilova N.N., Kiselica E.P. Adoption of the best available technology in terms of the enterprise life cycle // Espacios. 2017. Vol. 38. No. 33. P. 32. EDN XNSHUE.
17. Qian F., Zhong W., Du W. Fundamental theories and key technologies for smart and optimal manufacturing in the process industry // Engineering. 2017. Vol. 3. Issue 2. Pp. 154–160. DOI: 10.1016/j.eng.2017.02.011
18. Загорская А.В., Лapidус А.А. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов // Строительное производство. 2020. № 3. С. 21–34. DOI: 10.54950/26585340_2020_3_21. EDN TKKKCO.
19. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: учебное пособие. М., 2003. 247 с.
20. Киселица Е.П., Шилова Н.Н., Шеломенцев А.Г. Повышение производительности труда строительных организаций в условиях инновационной экономики // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11. № 1. С. 225–238. DOI: 10.18334/vines.11.1.111807. EDN HQMMCT.

Поступила в редакцию 26 февраля 2024 г.

Принята в доработанном виде 12 марта 2024 г.

Одобрена для публикации 16 марта 2024 г.

ОБ АВТОРЕ: **Азарий Абрамович Лapidус** — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 8192-2653, Scopus: 57192378750, ResearcherID: B-4104-2016, ORCID: 0000-0001-7846-5770; lapidus58@mail.ru.

REFERENCES

1. Salnikov K.E. Reduction of construction time as a result of increase of labor efficiency. *Finance and Management*. 2021; 4:38-49. DOI: 10.25136/2409-7802.2021.4.34480. EDN XOEDDW. (rus.).
2. Kievskiy L.V., Sergeev A.S. Urban development and labor performance. *Housing Construction*. 2015; 9:55-59. EDN VCLZRD. (rus.).
3. Andreeva E.A. Analysis of the labour productivity dynamics in construction industry in Russia. *Bulletin of Civil Engineers*. 2017; 4(63):243-250. DOI: 10.23968/1999-5571-2017-14-4-243-250. EDN YNZGKM. (rus.).
4. Klyuev V.D., Shchepansky S.B., Panayetova V.V., Zaitsev D.A. Analysis of the results of the implementation of the programs of the centers of competence of the national technology initiative for the first stage of its implementation. *Innovatics and Expert Examination*. 2022; 1(33):89-94. EDN KYUABY. (rus.).

5. Lapidus A.A. Organizational and technological platform of construction. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2022; 17(4):516-524. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.4.516-524. EDN BMHWDX. (rus.).

6. Mishchenko V.Ya., Gorbaneva E.P., Archakova S.Yu., Dobrosotskikh M.G. Modeling the implementation by teams of a complex of technological processes in organizational and technological design. *FES: Finance. Economy. Strategy*. 2017; 6:37-43. EDN ZTMWAL. (rus.).

7. Simachev Yu.V., Kuzyk M.G., Fedyunina A.A., Zaytsev A.A., Yurevich M.A. Labor productivity in the non-resource sectors of the Russian economy: what determines firm-level growth? *Voprosy Ekonomiki*. 2021; 3:31-67. DOI: 10.32609/0042-8736-2021-3-31-67. EDN WSCOB. (rus.).

8. Simachev Yu.V., Kuzyk M.G., Fedyunina A.A., Yurevich M.A., Zaitsev A.A. Factors of labor productivity growth at enterprises in non-resource sectors of the Russian economy. *XXI April International Scientific Conference on Problems of Development of Economy and Society*. 2020; 60. (rus.).

9. Hanley A., Pérez J.M. Are newly exporting firms more innovative? Findings from matched Spanish innovators. *Economics Letters*. 2012; 116(2):217-220. DOI: 10.1016/j.econlet.2012.03.006

10. Kancs D., Siliverstovs B. R&D and non-linear productivity growth. *Research Policy*. 2016; 45(3):634-646. DOI: 10.1016/j.respol.2015.12.001

11. Backman M. Human capital in firms and regions: Impact on firm productivity. *Papers in Regional Science*. 2014; 93(3):557-576. DOI: 10.1111/pirs.12005

12. Lapidus A.A., Makarov A.N. A risk-based approach to construction control applied by a developer.

Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2022; 17(2):232-241. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.2.232-241. EDN ARPPKP. (rus.).

13. Wu X., Liu Q., Zhang L., Skibniewski M.J., Wang Y. Prospective safety performance evaluation on construction sites. *Accident Analysis & Prevention*. 2015; 78:58-72. DOI: 10.1016/j.aap.2015.02.003

14. Safaryan G.B. A generalized model of a building system: a critical analysis. *Construction: Science and Education*. 2021; 11(4):41-47. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4. EDN PFGTCK. (rus.).

15. Gusakov A.A., Bogomolov Yu.M., Brekhman A.I., Vaganyan G.A., Vaynshteyn M.S., Vladimirskiy S.R. et al. *Construction systems engineering*. Moscow, ASV Publishing House, 2004; 320. EDN UBCQYB. (rus.).

16. Glukhova M.G., Shilova N.N., Kiselica E.P. Adoption of the best available technology in terms of the enterprise life cycle. *Espacios*. 2017; 38(33):32. EDN XNSHUE.

17. Qian F., Zhong W., Du W. Fundamental Theories and Key Technologies for Smart and Optimal Manufacturing in the Process Industry. *Engineering*. 2017; 3(2):154-160. DOI: 10.1016/j.eng.2017.02.011

18. Zagorskaya A.V., Lapidus A.A. Application of expert judgments methods in scientific research. Determination of the required number of experts. *Construction Production*. 2020; 3:21-34. DOI: 10.54950/26585340_2020_3_21. EDN TKKKCO. (rus.).

19. Kuznetsov E.S. *Management of technical systems : textbook*. Moscow, 2003; 247. (rus.).

20. Kiselitsa E.P., Shilova N.N., Shelomentsev A.G. Improving the labour productivity of construction organizations in an innovative economy. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2021; 11(1):225-238. DOI: 10.18334/vinec.11.1.111807. EDN HQMMCT. (rus.).

Received February 26, 2024.

Adopted in revised form on March 12, 2024.

Approved for publication on March 16, 2024.

BIONOTES: Azariy A. Lapidus — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; SPIN-code: 8192-2653, Scopus: 57192378750, ResearcherID: B-4104-2016, ORCID: 0000-0001-7846-5770; lapidus58@mail.ru.