ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 338.45:69

А.А. Лapidус, П.А. Говоруха

ФГБОУ ВПО «МГСУ»

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Обоснована необходимость формирования инструмента, позволяющего выбирать оптимальное решение с точки зрения технологии и организации строительных работ при устройстве ограждающих конструкций. Предложено использовать в качестве данного инструмента организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций как дискретный показатель выбранного организационно-технологического решения. Предложен концептуальный математический аппарат получения числового отображения представленного организационно-технологического решения.

Ключевые слова: организационно-технологический потенциал, ограждающие конструкции, оптимальность, производственно-технологические модули, математическая модель, многоэтажные здания.

В настоящее время все более актуальной является необходимость в количественной оценке эффективности строительного проекта. Это связано и с оценкой инвестиционной привлекательности проекта, и с необходимостью оценки его организационно-технологического уровня, и, как следствие, обеспечение безопасности строительного объекта.

В профессиональной научной литературе в последнее время публикуется большое количество статей о новом методе оценки организационно-технологической составляющей строительного проекта, посредством введения понятия «потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта» [1—5].

Понятие «потенциал» представляет собой объективный показатель, который способен наглядно представить информацию о выбранном методе производства работ, в части технологии и организации. По аналогии с существующими методами расчетов, например, расчетов несущей способности, где есть конечный показатель предельно допустимой нагрузки, или расчетов по теплопроводности ограждающих конструкций, где есть численное отображение расчетного значения сопротивления теплопередачи, можно предположить, что наиболее наглядным способом отображения объективности выбранного решения будет являться некоторое численное, дискретное значение, находящееся в условном, заданном диапазоне, между максимальным, наилучшим значением и минимальным, наихудшим значением.

Исходя из постановки задачи и проведенных ранее исследований, предполагается, что искомый «потенциал» представляет собой функциональную

зависимость с некоторым количеством переменных, которые характеризуют отдельные строительные процессы.

Для формирования понятия «потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта» в первую очередь необходимо рассмотреть отдельно каждый из видов деятельности, оказывающих влияние на достижение конечного показателя строительного проекта. Это связано с огромным количеством входящих в состав проекта работ (экономических, юридических, изыскательских, проектных, строительного-монтажных, эксплуатационных).

Среди строительного-монтажных работ, наряду с такими, как земляные, работы по возведению несущих конструкций, отделочными работами, важным производственным переделом является устройство ограждающих конструкций. В настоящем исследовании рассматриваемые ограждающие конструкции представляют собой ненесущие и самонесущие вертикальные конструкции, закрывающие периметр здания, с целью создания комфортных условий жизнеобеспечения во внутренних помещениях возводимых объектов. Современные ограждающие конструкции многоэтажных зданий в основном представлены в следующих исполнениях: каменные конструкции стен, сборные железобетонные ограждающие панели, смешанные конструкции в виде систем вентилируемых или «мокрых» фасадов, сэндвич-панели, светопрозрачные конструкции, тентовые конструкции.

При решении поставленных задач нами рассматриваются ограждающие конструкции многоэтажных жилых зданий. Данный выбор обусловлен массовым объемом возведения жилья в нашей стране, а также огромной экономической и социальной значимостью этого направления строительства.

Для обозначения искомого организационно-технологического параметра, позволяющего охарактеризовать строительного-монтажные работы при устройстве ограждающих конструкций, предлагается ввести понятие «Организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций» — P_{cw} (potential curtain wall), который будет отображаться в численном виде.

Задаем для «организационно-технологического потенциала ограждающих конструкций» — P_{cw} диапазон значений: 1 — наилучшее решение, 0 — наихудшее решение.

Формируя понятие «организационно-технологический потенциал» P_{cw} на основании подходов системотехники, необходимо выделить входящую в его состав совокупность более простых строительных процессов, которые обозначим как производственно-технологические модули (ПТМ) [6—9].

Графически структуру формирования потенциала можно представить в виде дерева целей (рис.): на нижнем уровне находятся опорные (простые) параметры (ПТМ), которые сходятся к одному, комплексному (сложному) параметру P_{cw} .

Графическая структура формирования P_{cw}

ПТМ должны обладать следующими свойствами: оказывать значимое влияние на конечный показатель — «организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций» — P_{CW} ; подлежать однозначному описанию; могут нормироваться по шкале $-1 \dots +1$. По экспертному опросу групп компетентных специалистов, при устройстве ограждающих конструкций выделяются следующие основные ПТМ, обладающие означенными выше свойствами.

1. Обеспеченность автономными подъемными механизмами:

- 1.1. Башенный кран;
- 1.2. Мачтовый подъемник;
- 1.3. Строительные подъемные люльки.

Заданные значения:

наилучшее значение (ПТМ = +1) будет присвоено ПТМ, если имеется полная обеспеченность строительного объекта всеми видами подъемных механизмов;

среднее значение (ПТМ = 0) будет присвоено ПТМ, если площадка будет обеспечена только двумя подъемными механизмами;

наихудшее значение (ПТМ = -1) будет присвоено ПТМ, если площадка будет обеспечена только одним подъемным механизмом.

2. Количество процессов, при устройстве ограждающих конструкций:

2.1. Один процесс (например, железобетонные панели, светопрозрачные конструкции) — наилучшее значение (ПТМ = +1);

2.2. От двух до трех процессов (например, каменная кладка с утеплителем и облицовочным кирпичом) — среднее значение (ПТМ = 0);

2.3. От четырех и более процессов (например, вентилируемые и «мокрые» фасады) — наихудшее значение (ПТМ = -1).

3. Уровень оптимизации организационно-технологической документации:

3.1. Наличие разграничений фронта работ до захваток и участков — наилучшее значение (ПТМ = +1);

3.2. Наличие разграничений фронта работ до захваток — среднее значение (ПТМ = 0);

3.3. Отсутствие разграничений фронта работ — наихудшее значение (ПТМ = -1).

4. Степень строительной готовности объекта для выполнения строительных работ:

Степень строительной готовности объекта характеризуется следующими факторами: наличием объектных открытых и закрытых складов; полной обеспеченностью строительного персонала бытовым городком; возможностью затаривания материалов в непосредственной близости от места проведения строительно-монтажных работ; полной инженерной обеспеченностью мест проведения работ (электрификация, освещение, водоснабжение).

4.1. При выполнении всех вышеописанных позиций этому ПТМ будет присвоено наилучшее значение (ПТМ = +1);

4.2. При выполнении трех из вышеописанных позиций этому ПТМ будет присвоено среднее значение (ПТМ = 0);

4.3. При выполнении двух и менее из вышеописанных позиций этому ПТМ будет присвоено наихудшее значение (ПТМ = -1).

5. Выполнение работ при отрицательных температурах (до -25°C):

5.1. Возможность проводить строительно-монтажные работы при отрицательных температурах (вентилируемый фасад, железобетонные панели, светопрозрачные конструкции) — наилучшее значение (ПТМ = +1);

5.2. Возможность проводить строительно-монтажные работы при отрицательных температурах при дополнительных условиях (каменная кладка с устройством прогрева раствора электрическими проводами, противоморозные добавки) — среднее значение (ПТМ = 0);

5.3. Невозможность проводить строительно-монтажные работы при отрицательных температурах (устройство «мокрого» фасада) — наихудшее значение (ПТМ = -1).

6. Обеспеченность высококвалифицированным персоналом:

6.1. Уровень квалификации персонала на уровне самых высоких современных показателей производительности труда передовых стран — наилучшее значение (ПТМ = +1);

6.2. Уровень квалификации персонала по производительности труда не ниже отечественных показателей 1980-х гг. — среднее значение (ПТМ = 0);

6.3. Низкий уровень квалификации — наихудшее значение (ПТМ = -1).

В результате полученную информацию, характеризующую ПТМ, необходимо свести в общую математическую систему, позволяющую оценить значимость каждого параметра. Значимость отображается в долях от единицы (P_{cw}).

Для математического отображения организационно-технологического потенциала ограждающих конструкций используется методика моделирования многофакторных систем [4, 10], представленная в следующем виде:

Рассмотрим существование некоторой функции $y = f(v_i)$, представим ее в виде

$$y = f(v_1, v_2, \dots, v_n), \quad (1)$$

где y — результативный показатель; $(v_1, v_2, \dots, v_n)$ — совокупность функционально-зависимых факторов.

Считаем, что в первом приближении, функция имеет линейную зависимость, исходя из описанной выше концепции древа, в связи с тем, что ПТМ и P_{cw} связаны напрямую. Исходя из этого, выражение (1) имеет следующий вид:

$$P_{cw} = \sum_{i=1}^n v_i = v_1 + v_2 + \dots + v_n, \quad (2)$$

где P_{cw} — дискретный показатель потенциала ограждающих конструкций; $(v_1, v_2, \dots, v_n)$ — совокупность ПТМ.

Для формирования потенциала (сложного параметра) на основании ПТМ (простого параметра) необходимо охарактеризовать значимость каждого отдельного ПТМ, которую назовем «вес модуля» W_i . Для получения данной значимости проводится экспертная оценка каждого отдельного ПТМ на основании квалиметрического подхода [2]. С учетом данной корректировки выражение (2) примет вид

$$P_{cw} = \sum_{i=1}^n v_i W_i = v_1 W_1 + v_2 W_2 + \dots + v_n W_n, \quad (3)$$

где W_i — коэффициент весомости, соответствующий i -у модулю.

Рассмотренный в настоящей работе организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций P_{cw} может быть использован как инстру-

мент, позволяющий определить на любой стадии возведения многоэтажного жилого здания правильность выбранного решения по устройству ограждающих конструкций.

В дальнейшем проведение исследований будет направлено на формирование базы данных организационно-технологических потенциалов завершенных проектов. Благодаря этому, можно выделить наилучшие значения исследуемых потенциалов, достижение которых приведет к оптимизации сроков и стоимостей работ при строительстве жилых многоэтажных зданий.

Библиографический список

1. *Бережный А.Ю., Сайдаев Х.Л.-А.* Использование комплексного показателя экологической нагрузки при выборе подрядной организации // Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. 2012. № 1. С. 26—27.
2. *Бессонов А.К., Верстина Н.Г., Кулаков Ю.Н.* Инновационный потенциал строительных предприятий: формирование и использование в процессе инновационного развития. М. : Изд-во АСВ, 2009. 166 с.
3. *Липидус А.А.* Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. 2014. № 1. С. 175—180.
4. *Липидус А.А., Бережный А.Ю.* Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта // Вестник МГСУ. 2012. № 3. С. 149—153.
5. *Теличенко В.И.* Пути развития инженерного потенциала на примере строительной отрасли // Alma Mater. Вестник высшей школы. 2011. № 8. С. 7—11.
6. *Бережный А.Ю.* Системотехника строительства как теоретическая основа для оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта // Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. 2011. № 10 (11). С. 50—52.
7. *Гусаков А.А., Богомолов Ю.М., Брехман А.И., Вагонян Г.А.* Системотехника строительства / под ред. А.А. Гусакова. 2-е изд., доп., перераб. М. : Изд-во АСВ, 2004. 320 с.
8. *Маругин В.М., Азгальдов Г.Г., Белов О.Е.* Квалиметрическая экспертиза строительных объектов. СПб. : Политехника, 2008. 527 с.
9. *Сайдаев Х.Л.* Планирование эксперимента при исследовании экологического параметра в системе оценки потенциала генеральной подрядной организации // Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. 2012. № 9. С. 48—50.
10. *Бережный А.Ю.* Формирование информационной базы данных для системы оценки экологической эффективности организационно-технологических решений в процессе строительного производства // Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. 2012. № 1. С. 42—43.

Поступила в редакцию в марте 2015 г.

Об авторах: **Липидус Азарий Абрамович** — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительного производства, заслуженный строитель РФ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (495) 287-49-14 вн. 31-25, 31-06, 31-07, osp@mgsu.ru;

Говоруха Петр Анатольевич — ассистент кафедры технологии и организации строительного производства, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (495) 287-49-14 вн. 31-25, 31-06, 31-07, tospmgusu@gmail.com.

Для цитирования: *Лapidус А.А., Говоруха П.А. Организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий // Вестник МГСУ. 2015. № 4. С. 143—149.*

A.A. Lapidus, P.A. Govorukha

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF ENVELOPING STRUCTURES OF MULTI-STOREYED RESIDENTIAL BUILDINGS

In the present time the necessity of quantitative evaluation of construction project efficiency is becoming increasingly current. It is connected with estimation of investment appeal of a project and with the necessity to estimate its organizational and technological level, and, as a consequence, providing the safety of a construction object.

In the article the authors justify the necessity to form an instrument allowing to choose the optimal decision in the field of technologies and organization of construction works at arranging enveloping structures. The authors introduce and offer using organizational-technological potential of enveloping structures as a discrete indicator of the chosen organizational and technological solution.

The future investigations will be aimed at database formation of organizational and technological potentials of completed projects. As a result the best values of the investigated potentials can be detached, that will lead to optimization of the terms and costs of the works during construction of multi-storeyed residential buildings.

Key words: organizational and technological potential, enveloping structures, optimality, production and technological modules, mathematical model, multi-storeyed buildings.

References

1. Berezhnny A.Yu., Saydaev Kh.L.-A. Ispol'zovanie kompleksnogo pokazatelya ekologicheskoy nagruzki pri vybere podryadnoy organizatsii [Using Complex Indicator of the Ecological Load at Choosing Contracting Company]. *Tekhnicheskoe regulirovanie. Stroitel'stvo, proektirovanie i izyskaniya* [Technical Regulation. Construction, Design and Research]. 2012, no. 1, pp. 26—27. (In Russian)
2. Bessonov A.K., Verstina N.G., Kulakov Yu.N. *Innovatsionnyy potentsial stroitel'nykh predpriyatiy: formirovanie i ispol'zovanie v protsesse innovatsionnogo razvitiya* [Innovational Potential of Construction Companies: Formation and Use in the Process of Innovational Development]. Moscow, ASV Publ., 2009, 166 p. (In Russian)
3. Lapidus A.A. Potentsial effektivnosti organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy stroitel'nogo ob'ekta [Efficiency Potential of Management and Technical Solutions for a Construction Object]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2014, no. 1, pp. 175—180. (In Russian)
4. Lapidus A.A., Berezhnny A.Yu. Matematicheskaya model' otsenki obobshchennogo pokazatelya ekologicheskoy nagruzki pri vozvedenii stroitel'nogo ob'ekta [Mathematical Model Designated for the Assessment of the Integrated Environmental Load Produced by a Building Project]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering], 2012, no. 3, pp. 149—153. (In Russian)
5. Telichenko V.I. Puti razvitiya inzhenernogo potentsiala na primere stroitel'noy otrasli [Development Options of Engineering Potential in Example of the Construction Branch]. *Alma Mater. Vestnik vysshey shkoly* [Alma Mater. High School Herald]. 2011, no. 8, pp. 7—11. (In Russian)
6. Berezhnny A.Yu. Sistemotekhnika stroitel'stva kak teoreticheskaya osnova dlya otsenki obobshchennogo pokazatelya ekologicheskoy nagruzki pri vozvedenii stroitel'nogo ob'ekta [System Techniques of Construction as a Theoretical Basis for Evaluating the Generalized

Indicator of Ecological Load at Building a Construction Object]. *Tekhnicheskoe regulirovanie. Stroitel'stvo, proektirovanie i izyskaniya* [Technical Regulation. Construction, Design and Research]. 2011, no. 10 (11), pp. 50—52. (In Russian)

7. Gusakov A.A., Bogomolov Yu.M., Brekhman A.I., Vaganyan G.A., Vaynshteyn M.S. *Sistemotekhnika stroitel'stva: Entsiklopedicheskiy slovar'* [System Engineering of Construction: Encyclopedic Dictionary]. Editor A.A. Gusakov. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow, ASV Publ., 2004, 320 p. (In Russian)

8. Marugin V.M., Azgal'dov G.G. *Kvalimetriceskaya ekspertiza stroitel'nykh ob'ektov* [Qualimetric Inspection of Construction Objects]. Saint Petersburg, Politehnika Publ., 2008, 527 p. (In Russian)

9. Saydaev Kh.L. Planirovanie eksperimenta pri issledovanii ekologicheskogo parametra v sisteme otsenki potentsiala general'noy podryadnoy organizatsii [Experiment Planning at Investigation of the Ecological Parameter in the Evaluation System of General Contracting Company Potential]. *Tekhnicheskoe regulirovanie. Stroitel'stvo, proektirovanie i izyskaniya* [Technical Regulation. Construction, Design and Research]. 2012, no. 9, pp. 48—50. (In Russian)

10. Berezhnyy A.Yu. Formirovanie informatsionnoy bazy dannykh dlya sistemy otsenki ekologicheskoy effektivnosti organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy v protsesse stroitel'nogo proizvodstva [Formation of Informational Database for Evaluation System of Ecological Efficiency of Organizational and Technological Solutions in the Process of Construction Production]. *Tekhnicheskoe regulirovanie. Stroitel'stvo, proektirovanie i izyskaniya* [Technical Regulation. Construction, Design and Research]. 2012, no. 1, pp. 42—43. (In Russian)

About the authors: **Lapidus Azariy Abramovich** — Doctor of Technical Sciences, Professor, chair, Department of Technology and Management of the Construction, Honored Builder of the Russian Federation, Recipient of the Prize of the Russian Federation Government in the field of Science and Technology, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (495) 287-49-14 (ext. 31-25, 31-06, 31-07); osp@mgsu.ru;

Govorukha Petr Anatol'evich — Assistant Lecturer, Department of Technology and Management of the Construction, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (495) 287-49-14 (ext. 31-25, 31-06, 31-07); tospmgus@gmail.com.

For citation: Lapidus A.A., Govorukha P.A. Organizatsionno-tekhnologicheskii potentsial ograzhdayushchikh konstruktsiy mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Organizational and Technological Potential of Enveloping Structures of Multi-Storeyed Residential Buildings]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 4, pp. 143—149. (In Russian)