УДК 69.009

© Нгуен Тхай Хиен, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: thaihiep80@gmail.com

DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-3-80-86

© Nguyen Thai Hiep, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: thaihiep80@gmail.com

ГРУППЫ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СИСТЕМУ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ВЬЕТНАМА

GROUPS OF FACTORS AFFECTING THE QUALITY CONTROL SYSTEM OF INSTALLATION WORKS IN VIETNAM

С целью совершенствования системы контроля качества строительно-монтажных работ (СМР) в условиях Вьетнама необходимо определить группы факторов, которые могут влиять на эту систему. Проведено исследование методом анкетирования лиц, работающих в строительной отрасли Вьетнама, и получено 184 ответа. Более чем 84,2 % участников опроса имеют большой опыт работы в области строительства (более 10 лет), практически все опрошенные принимают в производственном процессе строительства непосредственное участие (91,3 %). Результаты опроса были обработаны с помощью метода факторного анализа, и из 39 первоначальных наблюдаемых переменных исключены пять. Остальные 34 переменные оставлены как имеющие значение для системы контроля качества СМР и сводятся к шести группам факторов: люди, документы, партнерство, ресурсы, процессы, цели.

Ключевые слова: качество, строительство, система контроля качества, строительно-монтажные работы, EFQM, Вьетнам.

In order to improve the quality control system of construction and installation works (CIW) in Vietnam, it is necessary to identify the factors that may affect the system. There has been carried out an investigation with survey questionnaires in regard of people engaged in construction industry in the country, and there were received 184 responses. More than 84,2 % of respondents have extensive experience in the field of construction (over 10 years), almost all respondents are directly involved in the production process of construction (91,3 %). The results of the survey were processed using the factor analysis method, and five of the 39 initially observed variables were excluded. The remaining 34 variables were left as relevant to the CIW quality control system and are reduced to six groups of factors: people, documents, partnerships, resources, processes, goals.

Keywords: quality, construction, quality control system, construction and installation work, EFQM, Vietnam.

Качество объекта строительства зависит от многих факторов, и для контроля этих факторов должна быть создана система контроля качества, являющаяся важной частью системы менеджмента качества¹ [1–2].

Для развивающихся стран, таких как Вьетнам, со многими уникальными характеристиками молодой строительной отрасли [3] вклад этой отрасли в экономику страны — 33,3 % ВВП, количество малых и средних предприятий не превышает 98 %, а количество людей, работающих в строительной сфере, которые не прошли обучение или прошли обучение менее трех месяцев,

составляет более 51 %². Поэтому совершенствование системы контроля качества строительно-монтажных работ (СМР) является необходимостью. Однако, чтобы иметь возможность внедрить эту систему, необходимо определить факторы или группы факторов, которые могут на нее влиять. На основе модели EFQM [4] и из проведенных автором исследований в работе [5] определены 33 влиятельных фактора и шесть необходимых целей системы контроля качества СМР. Эти элементы разделены на семь критериев (рис. 1):

¹ ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2015. 96 с.

² General Statistics Office of Vietnam. Results of the 2017 economic census. Statistical Publishing House. 2018. 368 p.

1) **лидерство** (приверженность обеспечению качества высшего лидера — L_1 , участие руководства — L_2 , способность сотрудничества лидера — L_3 , компетентность, опыт руководителя на стройплощадке — L_4);

2) **политика и стратегия** (кодексы, стандарты и нормы — C_1 , проектная документация и четкие инструкции — C_2 , наличие технологических карт, схем операционного контроля по видам работ — C_3 , контракт на строительство — C_4 , план контроля качества СМР — C_5);

3) **люди** (опыт, навыки и мастерство рабочих — H_1 , образование и обучение — H_2 , командная работа и коммуникация — H_3 , поощрения, награды и узнавание — H_4);

4) **партнерство** (активное участие застройщика/заказчика D_1 , поддержка поставщиков — D_2 , сотрудничество субподрядчиков — D_3 , поддержка со стороны проектной организации — D_4 , поддержка со стороны организации технического надзора — D_5);

5) **ресурсы** (финансы подрядчика — R_1 , фактор срока завершения объекта строительства — R_2 , опыт подрядчика — R_3 , организационная структура на стройплощадке — R_4 , машины и инструменты подрядчика — R_5);

6) **процессы** (топография и погода — P_1 , условия работы на стройплощадке — P_2 , календарный план — P_3 , наличие документов о качестве применяемых строительных материалов, изделий, оборудования — P_4 , геодезическое обеспечение — P_5 ,

лабораторное обеспечение — P_6 , совещания участников строительства объекта по качеству, графику выполнения строительно-монтажных работ — P_7 , журнал работ — P_8 , присутствие персонала по надзору за качеством — P_9 , присутствие персонала по надзору за охраной труда — P_{10});

7) **цели** (завершение в срок — G_1 , завершение в рамках бюджета — G_2 , соответствие проектным документам, кодексу, стандартам — G_3 , работа в безопасных условиях — G_4 , усовершенствование навыков, опыт — G_5 и охрана окружающей среды — G_6).

Методы сбора данных

Качественный анализ 33 факторов (называемых наблюдаемыми переменными) показал, что они могут влиять на контроль качества СМР в условиях Вьетнама. Эти наблюдаемые переменные оцениваются по пятибалльной шкале (1 — влияния нет, 2 — малое влияние, 3 — влияние, 4 — большое влияние, 5 — очень большое влияние). Шесть целей системы контроля качества также оценивались по пятибалльной шкале (1 — не важно, 2 — менее важно, 3 — важно, 4 — очень важно и 5 — наиболее важно).

Анкеты рассылались лицам, работающим в строительной отрасли Вьетнама, и в результате было получено 184 ответа. Более чем 84,2 % участников опроса имеют большой опыт работы в области строительства (более 10 лет), непосредственное участие опрошенных в производственном процессе составляет 91,3 % (рис. 2).

Рис. 1. Модель контроля качества СМР (из качественного анализа) [5]

Факторный анализ

Для обработки результатов опроса был применен метод факторного анализа [6]. Главными целями факторного анализа являются сокращение числа переменных (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между переменными, т. е. классификация переменных. Факторный анализ позволяет установить для большого числа исходных признаков сравнительно узкий набор свойств, характеризующих связь между группами этих признаков, называемых факторами. Факторный анализ основан на взаимодействии переменных [7]. Уравнение факторного анализа имеет вид:

$$X_i = \sum_{k=1} a_{ik} F_k + U_i,$$

где X_i — переменные, формируемые на основании ответов опрашиваемых; a_{ik} — факторные нагрузки, значение нагрузки должно быть больше 0,3 [6]; F_k — общие факторы, каждый из которых влияет на определенную совокупность переменных; U_i — уникальные факторы, каждый из которых влияет только на одну переменную.

В этом исследовании размер выборки ($N = 184$) подходит для факторного анализа [6, 8]. Условия применения факторного анализа:

$$\begin{cases} B < 0,05 \\ \text{КМО} \geq 0,5, \end{cases}$$

где B — критерий сферичности Бартлетта (Bartlett's Test) [9]; КМО — (мера выборочной адекватности Кайзера–Мейера–Олкина) — величина, характеризующая степень применимости факторного анализа к данной выборке. Если $\text{КМО} > 0,9$ — безусловная адекватность; $> 0,8$ — высокая адекватность; $> 0,7$ — приемлемая адекватность; $> 0,6$ — удовлетворительная адекватность; $> 0,5$ — низкая адекватность, и менее 0,5 — факторный анализ неприменим к выборке [7, 10]. Результаты расчета с помощью пакета SPSS (версия 25) показывают, что исследуемая выборка приемлема для факторного анализа, $\text{КМО} = 0,894$ и $B = 0,0$ (табл. 1).

Метод факторного анализа включает следующие шаги: вычисление корреляционной матрицы для всех переменных, участвующих в анализе; извлечение факторов, вращение факторов для создания упрощенной структуры и интерпретация факторов [7]. Это исследование использует метод извлечения факторизации главной оси (principal axis factoring) [11] и вращение «вари-макс» (Varimax) [12].

После первого факторного анализа 39 наблюдаемых переменных сокращены до девяти факторов, фактор (9) удален, так как наблюдаемые переменные участвуют в других факторах с большим коэффициентом нагрузки. Наблюдаемая переменная (L_4) удаляется из-за низкого значения факторных нагрузок ($a < 0,3$) [6] (табл. 2).

Анализ надежности: коэффициент α является мерой внутренней согласованности, или однородности, измерительной шкалы [7, 13]:

$$\alpha = \frac{kr}{1 + (k-1)r},$$

где k — число пунктов шкалы; r — средний коэффициент корреляции между каждым пунктом и суммой остальных пунктов. Если $\alpha > 0,9$ —

Рис. 2. Стаж и роль участников опроса в строительстве

Таблица 1

КМО и критерий Бартлетта

Мера адекватности выборки Кайзера–Майера–Олкина (КМО)		0,894
Критерий сферичности Бартлетта (B)	Примерное χ^2	3842,092
	Ст. св.	741
	Значимость	0,000

Таблица 2

Повернутая факторная матрица*

№	Переменные	Факторный анализ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	R_2	0,638	0,088	0,340	0,175	0,064	0,191	0,032	0,101	0,124
2	P_2	0,638	0,209	0,131	0,072	0,260	0,287	0,145	0,000	0,058
3	P_3	0,634	0,130	0,217	0,291	0,097	0,071	0,094	-0,044	-0,009
4	P_1	0,621	0,202	0,003	0,078	0,210	0,370	0,189	-0,066	-0,121
5	R_1	0,538	0,181	0,153	0,338	0,027	0,098	0,017	0,099	-0,013
6	R_5	0,507	0,316	0,174	0,184	0,309	0,028	-0,161	0,200	0,124
7	R_3	0,358	0,251	0,343	-0,037	0,326	0,111	0,013	0,355	0,228
8	P_9	0,185	0,660	0,183	0,096	0,169	0,057	0,158	-0,120	0,238
9	P_7	0,089	0,618	0,229	0,209	-0,030	0,132	-0,007	0,058	-0,027
10	P_8	0,234	0,580	0,239	0,261	0,160	0,093	0,200	0,125	-0,096
11	P_{10}	0,118	0,570	0,178	0,267	0,154	0,108	0,328	-0,026	0,116
12	P_6	0,344	0,542	0,126	0,096	0,332	0,052	0,217	0,093	-0,136
13	P_4	0,394	0,453	0,130	0,302	0,189	-0,007	0,350	-0,095	-0,065
14	P_5	0,367	0,412	0,005	0,051	0,188	0,152	0,118	0,178	0,173
15	C_5	0,147	0,408	0,077	0,142	0,263	0,209	0,136	0,242	-0,108
16	G_1	0,067	0,201	0,819	0,228	0,089	0,033	0,006	0,001	-0,155
17	G_2	0,135	0,197	0,729	0,155	0,153	0,133	0,017	-0,023	0,002
18	G_4	0,445	0,159	0,587	0,044	0,104	0,073	0,249	0,020	0,188
19	G_5	0,363	0,158	0,557	0,137	0,167	0,133	0,117	0,107	0,331
20	G_6	0,284	0,107	0,476	0,207	0,062	0,167	0,342	0,092	0,090
21	G_3	0,232	0,260	0,338	0,180	0,289	0,035	0,032	-0,083	0,069
22	D_2	0,222	0,193	0,122	0,598	0,176	0,194	0,058	0,127	-0,006
23	D_3	0,213	0,117	0,065	0,577	0,143	0,215	0,027	0,031	0,387
24	D_4	0,127	0,193	0,283	0,567	0,173	0,023	0,119	0,165	0,050
25	D_1	0,131	0,189	0,119	0,528	0,013	0,116	0,173	-0,045	-0,132
26	H_4	0,356	0,108	0,209	0,432	0,036	0,249	0,201	0,152	0,024
27	D_5	0,066	0,339	0,194	0,427	0,229	-0,010	0,256	-0,101	0,268
28	C_4	0,099	0,076	0,350	0,409	0,333	0,052	0,214	0,149	-0,062
29	C_2	0,112	0,112	0,121	0,173	0,741	0,135	0,044	0,046	0,036
30	C_3	0,061	0,257	0,175	0,012	0,667	0,314	0,186	0,112	0,015
31	C_1	0,279	0,123	0,096	0,137	0,491	0,139	0,137	0,046	0,007
32	L_4	0,093	0,041	0,041	0,237	0,271	0,012	0,068	0,141	0,070
33	H_2	0,144	0,040	0,093	0,097	0,121	0,755	0,095	0,115	0,028
34	H_1	0,225	0,106	0,145	0,087	0,214	0,602	-0,054	0,012	0,054
35	H_3	0,183	0,203	0,049	0,375	0,100	0,571	0,074	0,105	-0,014
36	L_3	0,019	0,176	0,106	0,247	0,144	0,065	0,626	0,148	0,023
37	L_2	0,122	0,185	0,050	0,068	0,084	0,025	0,426	0,103	0,004
38	R_4	0,327	0,241	0,288	0,228	0,062	0,155	-0,002	0,543	-0,138
39	L_1	-0,048	-0,047	-0,074	0,073	0,106	0,071	0,202	0,460	0,037

* Вращение сошлось за 10 итераций. Метод выделения факторов: метод главных осей. Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

однородность измерительной шкалы отличная; $\alpha > 0,8$ — хорошая; $\alpha > 0,7$ — приемлемая; $\alpha > 0,6$ — сомнительная; $\alpha > 0,5$ — малопригодная; $\alpha < 0,5$ — недопустимая [7]. Факторы (7) и (8) удаляются, так как $\alpha < 0,6$ (табл. 3).

После удаления переменных L_1, R_4, L_2, L_3 и L_4 повторение оставшихся 34 переменных выполнено. После второго факторного анализа число наблюдаемых переменных сокращено до шести факторов (табл. 4–6).

Выводы

Метод факторного анализа, используемый для обработки результатов опроса работающих в строительной отрасли Вьетнама, показал, что факторы лидерства (L_1, L_2, L_3, L_4) и наблюдаемая переменная R_4 (организационная структура на стройплощадке) в системе контроля качества СМР могут быть исключены, так как эти пять наблюдаемых переменных не имеют измеримого значения. Остальные 34 переменные могут влиять на контроль качества СМР в условиях Вьетнама. Основываясь на значении наблюдаемых переменных, можно назвать следующие основные группы факторов, влияющие на систему контроля качества в условиях Вьетнама: люди (H), докумен-

ты (C), партнерство (D), ресурсы (R), процессы (P), цели (G). В то же время этот метод также переставляет переменные между их категориями и основан на взаимодействии переменных (табл. 6, рис. 3). Также из табл. 7 видна разница между качественным и количественным анализом, выде-

Таблица 5

Повернутая факторная матрица*

№	Переменные	Факторный анализ						
		1	2	3	4	5	6	7
1	P_2	0,647	0,233	0,142	0,080	0,255	0,276	0,036
2	R_2	0,642	0,090	0,352	0,165	0,059	0,207	0,124
3	P_3	0,628	0,158	0,209	0,300	0,089	0,057	0,001
4	P_1	0,610	0,230	0,013	0,119	0,216	0,345	-0,145
5	R_1	0,535	0,168	0,156	0,328	0,030	0,117	0,021
6	R_5	0,487	0,247	0,176	0,149	0,308	0,069	0,172
7	R_3	0,369	0,228	0,354	-0,032	0,348	0,150	0,206
8	P_9	0,184	0,689	0,190	0,068	0,138	0,056	0,221
9	P_{10}	0,126	0,636	0,177	0,278	0,161	0,108	0,106
10	P_8	0,232	0,602	0,243	0,283	0,190	0,103	-0,084
11	P_7	0,091	0,572	0,230	0,200	-0,005	0,133	-0,022
12	P_6	0,339	0,562	0,131	0,140	0,368	0,053	-0,152
13	P_4	0,381	0,511	0,120	0,354	0,214	-0,024	-0,053
14	P_5	0,389	0,424	0,024	0,043	0,204	0,163	0,138
15	C_5	0,144	0,402	0,069	0,178	0,330	0,216	-0,058
16	G_1	0,054	0,187	0,815	0,237	0,086	0,038	-0,134
17	G_2	0,130	0,181	0,734	0,164	0,152	0,122	0,002
18	G_4	0,448	0,207	0,583	0,093	0,135	0,059	0,143
19	G_5	0,368	0,191	0,559	0,137	0,179	0,135	0,325
20	G_6	0,293	0,197	0,468	0,245	0,093	0,167	0,059
21	G_3	0,221	0,254	0,318	0,185	0,288	0,015	0,098
22	D_2	0,220	0,193	0,123	0,597	0,172	0,212	0,024
23	D_4	0,118	0,212	0,267	0,572	0,196	0,036	0,142
24	D_1	0,128	0,225	0,121	0,554	-0,005	0,119	-0,140
25	D_3	0,223	0,127	0,061	0,533	0,113	0,225	0,436
26	H_4	0,355	0,150	0,211	0,466	0,066	0,259	0,044
27	C_4	0,106	0,088	0,346	0,452	0,370	0,051	0,009
28	D_5	0,073	0,379	0,188	0,431	0,221	-0,015	0,279
29	C_3	0,063	0,272	0,171	0,038	0,703	0,310	0,040
30	C_2	0,127	0,121	0,122	0,168	0,686	0,134	0,064
31	C_1	0,288	0,144	0,090	0,161	0,506	0,126	0,002
32	H_2	0,147	0,050	0,088	0,106	0,160	0,754	0,036
33	H_3	0,184	0,207	0,053	0,368	0,103	0,597	0,002
34	H_1	0,225	0,084	0,145	0,075	0,212	0,580	0,056

* Вращение сошло за 8 итераций. Метод выделения факторов: метод главных осей.

Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

Таблица 3

Результаты первого факторного анализа

Факторы	Переменные	α	
1	$R_1, R_2, R_3, R_5, P_1, P_2, P_3$	0,865	
2	$P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, C_5$	0,872	
3	$G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$	0,860	
4	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, C_4, H_4$	0,830	
5	C_1, C_2, C_3	0,759	
6	H_1, H_2, H_3	0,761	
7	L_2, L_3	0,537	Устраняем, $\alpha < 0,6$
8	L_1, R_4	0,317	Устраняем, $\alpha < 0,6$

Таблица 4

КМО и критерий Бартлетта

Мера адекватности выборки Кайзера–Майера–Олкина (КМО)		0,902
Критерий сферичности Бартлетта (B)	Примерное χ^2	3420,105
	Ст. св.	561
	Значимость	0,000

Таблица 6

Результаты второго факторного анализа

Факторы	Переменные	α	Название	Обозначение	Уравнение факторного анализа
1	$R_1, R_2, R_3, R_5, P_1, P_2, P_3$	0,865	Ресурсы	R	$R = 0,535R_1 + 0,642R_2 + 0,369R_3 + 0,487R_5 + 0,610P_1 + 0,647P_2 + 0,628P_3$
2	$P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, C_5$	0,872	Процессы	P	$P = 0,511P_4 + 0,424P_5 + 0,562P_6 + 0,572P_7 + 0,602P_8 + 0,689P_9 + 0,636P_{10} + 0,402C_5$
3	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, C_4, H_4$	0,830	Партнерство	D	$D = 0,554D_1 + 0,597D_2 + 0,533D_3 + 0,572D_4 + 0,431D_5 + 0,452C_4 + 0,466H_4$
4	C_1, C_2, C_3	0,759	Документы	C	$C = 0,506C_1 + 0,686C_2 + 0,703C_3$
5	H_1, H_2, H_3	0,761	Люди	H	$H = 0,580H_1 + 0,754H_2 + 0,597H_3$
6	$G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$	0,860	Цели	G	$G = 0,815G_1 + 0,734G_2 + 0,318G_3 + 0,583G_4 + 0,559G_5 + 0,468G_6$

Таблица 7

Сравнение качественного и количественного анализа

№	До факторного анализа		После факторного анализа	
	Факторы	Переменные (39 шт.)	Факторы	Переменные (34 шт.)
1	Лидерство (L)	L_1, L_2, L_3, L_4	Нет	Нет
2	Политика и стратегия (C)	C_1, C_2, C_3, C_4, C_5	Документы (C)	C_1, C_2, C_3
3	Люди (H)	H_1, H_2, H_3, H_4	Люди (H)	H_1, H_2, H_3
4	Партнерство (D)	D_1, D_2, D_3, D_4, D_5	Партнерство (D)	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, C_4, H_4$
5	Ресурсы (R)	R_1, R_2, R_3, R_5, R_4	Ресурсы (R)	$R_1, R_2, R_3, R_5, P_1, P_2, P_3$
6	Процессы (P)	$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}$	Процессы (P)	$P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, C_5$
7	Цели (G)	$G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$	Цели (G)	$G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$

Переменные L_1, L_2, L_3, L_4 и R_4 удаляются.

лены наиболее важные наблюдаемые переменные, оказывающие реальное влияние на систему контроля качества строительно-монтажных работ.

Библиографический список

1. Нгуен Тхай Хиен, Юдина А. Ф. Анализ факторов, влияющих на качество строительства // 70-я Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства», 5–7 апреля 2017 г. СПб.: СПбГАСУ, 2017. С. 74–80.
2. Low Sui Pheng, Peh Ke-Wei. A framework for implementing TQM in construction // The TQM Magazine. 1996. Vol. 8 (5). Pp. 39–46.
3. Юдина А. Ф., Нгуен Тхай Хиен. Механизмы контроля качества в строительной области в условиях Вьетнама // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 1 (66). С. 88–96.
4. Маслов Д. В., Вылгина Ю. В. Современные инструменты управления: модель совершенствования EFQM. Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2006. 107 с.

5. Нгуен Тхай Хиен. Факторы, влияющие на систему контроля качества строительно-монтажных работ на основе модели EFQM // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2(73). С. 85–92.

6. Hair J. F., Black W. C., Babin B. J., Anderson R. E. Multivariate Data Analysis. 7th ed. United States of America: Pearson Education Limited, 2014. 734 p.

7. Наследов А. Д. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2013. 416 с.

8. Comrey A. L. A first courses in factor analysis. New York: Academic Press, 1973. 342 p.

9. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: Физматлит, 2006. 816 с.

10. Kaiser H. F. An index of factor simplicity // Psychometrika. 1974. Vol. 39, Issue 1. Pp. 31–36.

11. Thompson B. Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications. Washington, DC: American Psychological Association, 2004. 195 p.

Рис. 3. Модель контроля качества СМР после факторного анализа

12. Kaiser H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factors analysis // *Psychometrika*. 1958. Vol. 23, Issue 3. Pp. 187–200.

13. Cronbach L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests // *Psychometrika*. 1951. Vol. 16, Issue 3. Pp. 297–334.

References

1. Nguen Thai Hiep, Yudina A. F. *Analiz faktorov, vliyayushchikh na kachestvo stroitel'stva* [Analysis of factors affecting the quality of construction]. *Trudy 70-oy Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Aktual'nye problemy sovremennogo stroitel'stva», 5–7 aprelya 2017 g.* [Proc. of the 70-th. sci. - pract. conf. of students, postgraduates and young scientists "Actual problems of modern construction", April 5–7, 2017]. St. Petersburg, Spbgasu Publ., 2017, pp. 74–80.

2. Low Sui Pheng, Peh Ke-Wei. A framework for implementing TQM in construction. *The TQM Magazine*, 1996, vol. 8 (5), pp. 39–46.

3. Yudina A. F., Nguen Thai Hiep. *Mekhanizmy kontrolya kachestva v stroitel'noy oblasti v usloviyakh V'etnama* [Quality control mechanisms in the construction industry of Vietnam]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 1 (66), pp. 88–96.

4. Maslov D. V., Vylgina Yu. V. *Sovremennye instrumenty upravleniya: model' sovershenstvovaniya EFQM* [Modern management tools: a model of perfection of EFQM]. Ivanovo, Ivan. gos. ehnerg. un-t Publ., 2006, 107 p.

5. Nguen Thai Hiep. *Faktory, vliyayushchie na sistemu kontrolya kachestva stroitel'no-montazhnykh rabot na osnove modeli EFQM* [Factors affecting the quality control system for construction installation works based on the EFQM model]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 2 (73), pp. 85–92.

6. Hair J. F., Black W. C., Babin B. J., Anderson R. E. *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. United States of America, Pearson Education Limited, 2014, 734 p.

7. Nasledov A. D. *IBMSPSS Statistics 20 i AMOS: professional'nyy statisticheskiy analiz dannykh* [IBMSPSS Statistics 20 and AMOS: professional statistical data analysis]. St. Petersburg, Piter Publ., 2013, 416 p.

8. Comrey A. L. *The first courses in factor analysis*. New York, Academic Press Publ., 1973, 342 p.

9. Kobzar' A. I. *Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov* [Applied mathematical statistics. For engineers and scientists]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2006, 816 p.

10. Kaiser H. F. An index of factor simplicity. *Psychometrika*, 1974, vol. 39, iss. 1, pp. 31–36.

11. Thompson B. *Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications*. Washington, DC, American Psychological Association, 2004, 195 p.

12. Kaiser H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factors analysis. *Psychometrika*, 1958, vol. 23, iss. 3, pp. 187–200.

13. Cronbach L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 1951, vol. 16, iss. 3, pp. 297–334.