УДК 331.57

© Г. Ф. Токунова, д-р экон. наук, доцент

© В. Б. Рапгоф, магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: tgf_1608@mail.ru, viktoriya-rapgof@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-2-180-187

© G. F. Tokunova, Dr. Sci. Ec., Associate Professor

© V. B. Rapgof, undergraduate

(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: tgf_1608@mail.ru, viktoriya-rapgof@mail.ru

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗАНЯТОСТЬ В СЕКТОРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА (на примере строительной отрасли Великобритании)¹

DIGITAL TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON THE AMOUNT OF EMPLOYMENT IN THE CONSTRUCTION SECTOR (on the example of the UK construction industry)

Рассматриваются процессы диффузии цифровых технологий в секторе строительства и оцениваются последствия их использования в сфере занятости. На основе статистических данных показана динамика изменения численности по различным группам профессий и предложена модель оценки процессов вымывания отдельных профессий вследствие широкой цифровизации технологических процессов. Также дается описание перспектив использования цифровых технологий в строительном секторе.

Ключевые слова: цифровые технологии, вымывание профессий, модели оценки.

The article discusses the processes of digital technologies diffusion in the construction industry and assesses the consequences of using these technologies in the employment sphere. On the basis of real statistical data, the dynamics of changes in the number of different groups of professions is shown and a model for assessing the processes of certain professions becoming obsolete due to the wide digitalization of technological processes is offered. Description of the prospects for using digital technologies in the construction industry is presented.

Keywords: digital technologies, professions becoming obsolete, assessment models.

Введение

Широкое распространение информационно-коммуникационных технологий стало основой для качественно нового этапа развития многих секторов экономики. В хронологическом порядке первыми бенефициарами таких технологий стала сфера услуг (интернет как средство коммуникации и поиска необходимой информации) и торговля (е-коммерция). Создание нового поколения технически несложных, но multifunctional гаджетов (смартфонов) способствовало широкому вовлечению потребителя непосредственно в саму систему экономического обмена, существенно ускоряя время для проведения различных коммерческих операций. Другая техническая составляющая данного процесса связана с широким использованием различных роботов и созданием систем с искусственным интеллектом, которые в состоянии выполнять и даже

генерировать несложные системы принятия решений. Все это в совокупности создало, с одной стороны, условия для роста производительности труда, с другой — угрозы реального вымывания многих профессий с рынка труда. В сравнительно недавно изданной работе Фрея С. Б. и Озборна М. А. «Будущее занятости: насколько восприимчивы рабочие места к компьютеризации?» [1] на основе анализа данных по экономике США приведена оценка вероятности полной автоматизации и роботизации почти 800 профессий. На рис. 1 дана обобщенная оценка вероятности автоматизации труда занятых в американской экономике. Как видно из рисунка, почти половина (47 %) рабочих мест имеет высокую вероятность компьютеризации и, следовательно, потенциальное вымывание с рынка труда. Низкую степень вероятности имеют 33 % рабочих мест, а 19 % — среднюю вероятность. Необходимо отметить, что строительный сектор практически полностью отнесен к сегменту с высокой степе-

¹ Статья подготовлена в рамках гранта РНФ №18-18-00099 «Трансформация социально-экономических и технологических систем: новое осмысление роли человека, машин и управления».

нию вероятности автоматизации. Общая площадь под всеми кривыми равна общей численности занятых.

Строительный сектор Великобритании подвержен аналогичным трендам с точки зрения потенциальной автоматизации отдельных видов деятельности, хотя имеет некоторые отличительные особенности, которые будут рассмотрены далее.

1. Текущее состояние строительной отрасли Великобритании

Строительный сектор Великобритании включает такие виды деятельности, как разработка карьеров, строительство инфраструктуры и зданий, производство и поставка строительной продукции, а также техническое обслуживание, эксплуатация и утилизация строительных отходов. По данным за 2011 год², на сектор строительства приходилось 7 % ВВП Великобритании, что составляет более 110 млрд фунтов стерлингов. Примерно четверть выпуска отрасли приходится на государственный сектор, а три четверти —

² Government Construction Strategy. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf (дата обращения: 12.02.2019).

на частный. Что касается структуры сектора, то на коммерческие и социальные объекты приходится 45 %, жилье — 40 % и на объекты инфраструктуры — 15 % всех объемов работ, при этом приблизительно 60 % строительной продукции приходится на новое строительство, а 40 % — на ремонт и техническое обслуживание.

В отрасли занято 10 % от общей численности работающих в Великобритании или около 3 миллионов человек [2]. Весь строительный сектор может быть представлен тремя направлениями: общий объем подрядных строительных работ; предоставление профессиональных услуг, связанных со строительством; производство строительных материалов. Подробно данная структура изложена в табл. 1.

Однако в последние годы наметились отдельные негативные тенденции в развитии сектора, которые выражаются в следующем:

- Несмотря на то что в отрасли признается важность квалифицированной, достаточно гибкой и мобильной рабочей силы для обеспечения конкурентоспособности строительного сектора, за последние три года произошло значительное сокращение числа рабочих и специалистов, про-

Рис. 1. Распределение вероятности компьютеризации занятых в различных секторах экономики США [1]

Таблица 1

Структура видов деятельности в строительстве Великобритании*

№ п/п	Направления деятельности	Число рабочих мест	Число предприятий	Объем работ (млрд фунтов)
1	Общий объем подрядных строительных работ (строительство зданий, гражданское строительство (объекты инфраструктуры), специализированные строительные работы)	2 030 000	234 000	63,0
2	Профессиональные услуги (архитектурные работы, оптовая торговля, аренда и лизинг строительной техники)	580 000	30 000	14,0
3	Производство строительных материалов (производство кирпича, цемента, металлоконструкций, электромонтажные устройства и т. д.)	310 000	18 000	13,0

* An economic analysis of the sector. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210060/bis-13-958-uk-construction-an-economic-analysis-of-sector.pdf (дата обращения: 27.01.2019).

шедших курсы повышения квалификации. Это привело к тому, что около одной пятой всех постоянных вакансий в строительном секторе не заполнены, поскольку работодатели не могут набрать персонал с нужными навыками, квалификацией или опытом. Это привело к тому, что к 2015 году произошло заметное падение числа рабочих мест в отрасли — до 2,1 млн.

- Малые и средние предприятия (МСП), заключающие договоры на строительство, сталкиваются с большими трудностями в получении доступа к финансам банков. Отчасти это связано с тем, что строительный бизнес считается подверженным более высокому риску из-за низкого уровня основного капитала и меньшего размера фирм. Несвоевременные выплаты по договорам подряда представляют собой особую проблему для строительных предприятий. МСП, заключающие контракты на строительные работы, полагаются на торговые кредиты для сглаживания денежного потока в течение периода между выполнением работы и окончательным расчетом.

- В строительной отрасли наблюдается низкий уровень финансирования НИОКР, что ведет к недостаточному уровню развития инноваций. Хотя расходы на такие инновации, как проектирование и организационные инновации в два-три раза превышают расходы отрасли на материальные активы, такие как машины и инструменты (7,42 млрд фунтов стерлингов против

3,15 млрд фунтов стерлингов³), доля инновационных компаний по-прежнему остается низкой.

- Сектор характеризуется высоким уровнем фрагментации. Например, в «типичном» крупном строительном проекте (в диапазоне от 20 до 25 миллионов фунтов стерлингов) может быть до 70 субподрядчиков, большая часть которых мала — их оборот составляет 50 000 фунтов стерлингов или меньше. Для региональных проектов размер субподряда может быть еще меньше. Следствием сказанного является то, что строительная отрасль имеет большую цепочку поставок, в которой участвуют преимущественно организации, расположенные на территории Великобритании.

Подсчитано, что на каждый фунт стерлингов, потраченный на строительство, в Великобритании остается не менее 90 %⁴. Все это существенно снижает возможности для роста экспорта строительных услуг, технологий, материалов и работ, что замедляет темпы модернизации данной сферы экономики.

Кроме этих проблем, страна встретила с рядом вызовов системного характера, которые характерны для многих индустриально развитых стран. Среди них надо отметить следующие.

- Высокий уровень урбанизации. В 2014 г. доля городского населения составила 82,3 %, т. е.

³ UK Innovation Index: Productivity and Growth in UK Industries. URL: https://media.nesta.org.uk/documents/uk_innovation_index_productivity_and_growth_in_uk_industries.pdf (дата обращения: 12.02.2019).

⁴ A Report for the Construction Industrial Strategy. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/252026/bis-13-1168-supply-chain-analysis-into-the-construction-industry-report-for-the-construction-industrial-strategy.pdf (дата обращения: 12.02.2019).

более 50 млн человек⁵. Это становится серьезной экологической проблемой, поскольку оно потребляет более 75 % невозобновляемых ресурсов и создает около ¼ глобального загрязнения.

- Изменение климата. В 2009 году на здания приходилось около 43 % всех выбросов углерода в Великобритании. Поэтому Правительство Великобритании обязалось сократить выбросы парниковых газов на 80 % к 2050 году по сравнению с уровнем 1990 года и вдвое сократить их к 2025 году [3]. Однако решение этой задачи усложняется тем, что 80 % всего строительного фонда страны в 2050 г. будет состоять из зданий, построенных до 2025 г.

- Многие здания на этапе ввода в эксплуатацию обладают меньшей степенью энергоэффективности, как предполагалось на этапе проектирования. Результаты исследований PROBE (Обследование зданий после строительства и их проектирование) показали, что фактическое потребление энергии в зданиях будет вдвое больше, чем прогнозировалось [4].

Для решения вышеперечисленных проблем отрасли Правительство Великобритании разработало в 2013 г. «Стратегию развития отрасли до 2025 года»⁶, направленную, в частности, на достижение следующих целей:

- снижение по сравнению с 2009 г. сметной стоимости строительства и стоимости активов на всем жизненном цикле здания на 33 %;
- сокращение на 50 % сроков строительства (от начала до завершения) как для новых, так и реконструируемых объектов (на основе отраслевых стандартов 2013 г.);
- уменьшение выбросов парниковых газов в зонах строительства на 50 % (по сравнению с 1990 годом);
- сокращение торгового сальдо между экспортом и импортом строительных товаров и материалов на 50 % (в 2013 г. был дефицит в размере 6 млрд фунтов стерлингов).

2. Технологические инновации в строительной отрасли

Достижение целей, поставленных в «Стратегии развития отрасли до 2025 года», представляется вполне возможным, если учесть те технологические инновации, которые имеются сегодня в секторе строительства.

Прежде всего, необходимо отметить высокий уровень цифровизации архитектурных и проектных работ. В Великобритании есть ведущие мировые архитектурные бюро, чьи услуги востребованы в различных странах, и на сегодня она крупнейший экспортер архитектурных услуг в Европе. Ежегодно бюджет королевства обеспечивается на сумму 4,8 млрд фунтов стерлингов [5].

Другим важным направлением инновационного развития стало широкое использование BIM-технологий (Building Information Modeling), которые направлены на повышение производительности и улучшение конечных результатов процесса строительства. Недавнее исследование компании NBS⁷ показало, что внедрение BIM-технологий на предприятиях выросло с 13 % в 2011 году до 74 % к 2018 году. Это позволяет считать Великобританию одним из мировых лидеров по внедрению BIM-технологий. Их применение согласно правительственным данным помогает достичь экономии капитала более чем на 20 %⁸. Благодаря применению BIM-технологий здания все чаще поставляются с «цифровым близнецом», базой данных структурированной и геометрической информации, которая позволяет контролировать такие важные параметры, как стоимость, отходы или использование энергии [6]. Все это в совокупности позволяет улучшить как эксплуатационные характеристики зданий, так и их безопасность. Эти технологии знаменуют собой качественно новый этап развития всей строительной отрасли, когда классические чертежи заменяются подробными, интеллектуальными и полностью интерактивными 3D-моделями. Управление информацией является основой BIM и объединяет всю необходимую информацию о проекте в одном месте, избавляя от необходимости систематического многоэтапного выпуска чертежей и спецификаций. Кроме того,

⁵ Рейтинг урбанизации стран мира. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/urbanization-index/info#united-kingdom> (дата обращения: 27.01.2019).

⁶ Industrial Strategy: government and industry in partnership. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf (дата обращения: 27.01.2019).

⁷ National BIM Report 2018. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/the-national-bim-report-2018> (дата обращения: 24.01.2019).

⁸ Construction Sector Deal URL: <https://www.gov.uk/government/publications/construction-sector-deal> (дата обращения: 24.01.2019).

ВМ-технологии предотвращают проблемы, возникающие у клиентов и подрядчиков, работающих в своем секторе, помогая всем участникам координировать свою деятельность и принимать решения. Другой важной особенностью ВМ-технологий является то, что они используются в течение долгого времени после завершения строительства. Это позволяет инженерам по техническому обслуживанию получить необходимую информацию для управления и обслуживания зданий. Новой ступенью их развития станет переход к 5D-моделированию, включая планирование времени, оценку и калькуляцию затрат, количество материалов, тарифы и общую стоимость.

Широкое использование цифровых технологий и новых материалов сделало возможным реализацию концепции «умных домов», когда встроенные технологии могут адаптировать и оптимизировать средства управления зданием (освещение, отопление, управление окнами и даже акустикой) на основе внешних данных, что помогает повысить его энергоэффективность в режиме реального времени. Более того, благодаря непрерывной потоковой передаче и регистрации данных об использовании энергии, погодных условиях, эксплуатации здания, количестве людей и т. д., проектировщики получают беспрецедентный источник информации для планирования и развития умных домов в будущем.

Одним из наиболее значительных достижений в технологии строительства является появление 3D-печати, сокращающей как стоимость, так и время строительства зданий. Последние достижения в области 3D-печати означают, что теперь на основе этой технологии можно использовать такие материалы, как бетон, сталь, стекло, полимеры, керамика и даже биологические материалы. Геополимерный бетон, похоже, заменит традиционные бетоны, изготовленные с использованием традиционного портландцемента [7]. Все эти технологии и материалы, по оценке McKinsey&Company, являются прорывными и способны существенно преобразить всю строительную отрасль⁹.

3. Динамика численности занятых и модель вымывания отдельных профессий

Согласно данным статистической службы Великобритании¹⁰, общая численность занятых в строительном секторе страны составляла в 2017 г. около 2,18 млн чел. Из данной численности необходимо выделить квалифицированный персонал (имеющий специальную подготовку). Общая численность такого персонала составляла 1,04 млн чел. Если же учитывать занятых по основным видам деятельности, то таковых в 2017 г. насчитывалось 2,15 млн чел. В табл. 2 приведены данные об общей численности занятых в разрезе основных направлений деятельности сектора за 25-летний период (1990–2014). Анализ динамических рядов показывает, что наиболее быстрыми темпами росла численность специалистов службы поддержки клиентов (среднегодовые темпы роста составили 3,2 %), но удельный вес занятых в этом сегменте деятельности незначителен (чуть более 1 %). Как положительный факт необходимо отметить существенный рост персонала, занятого НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки). Среднегодовые темпы роста составили 1,4 % и за четверть века составили почти 50 %, достигнув в 2014 г. 121 тыс. чел. Однако, как уже отмечалось выше, рост затрат на НИОКР не сопровождается таким же ростом затрат на новые машины и оборудование, что существенно снижает потенциал отрасли в целом. Необходимо также отметить рост численности руководителей разного уровня (управляющие, директора).

Среднегодовые темпы роста занятых в этом сегменте составили 0,9 %, достигнув к 2014 г. численности в 161 тыс. чел. или 9 % от общей численности. Другой тренд — вымывание с рынка — характерен для занимающихся другими видами деятельности. Прежде всего необходимо выделить секретарей. Их численность резко сократилась (в среднем на 3,5 % в год), что находится в общем тренде развития в связи с быстрым распространением информационно-коммуникационных технологий. Существенные темпы выбытия (2,4 и 2,7 % соответственно) были характерны для специалистов с начальным уровнем подготовки,

⁹ Digital transformation: The three steps to success. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digital-transformation-the-three-steps-to-success> (дата обращения: 11.02.2019).

¹⁰ Employment by occupation. URL: <https://www.ons.gov.uk/employmentandlabourmarket/peopleinwork/employmentandemployeetypes/datasets/employmentbyoccupationemp04> (дата обращения: 11.02.2019).

Таблица 2

Динамика занятых по направлениям деятельности в строительном секторе Великобритании

Направления деятельности	1990	1995	2000	2005	2010	2014	Среднегодовые темпы, %
Управляющие, директора	129	103	119	140	161	161	0,9
Специалисты в области НИОКР	87	69	81	113	122	121	1,4
Специалисты в сфере бизнеса, СМИ и госслужбы	60	51	62	63	65	66	0,4
Административные должности	139	118	132	127	109	111	-0,9
Секретари и смежные профессии	84	66	65	57	39	36	-3,5
Квалифицированные специалисты по работе с металлом, электрикой и электроникой	319	227	239	252	272	250	-1,0
Квалифицированные строители	936	730	770	916	810	802	-0,6
Специалисты службы поддержки клиентов	9	9	11	16	19	20	3,2
Специалисты на обрабатывающих заводах	154	113	115	121	119	102	-1,7
Начальный уровень профессии	104	74	75	87	61	53	-2,7
Начальный уровень административного и обслуживающего персонала	74	54	58	69	47	41	-2,4
Всего	2 095	1 614	1 727	1 961	1 824	1 763	-0,7

как в сфере основной деятельности, так и в сфере управления и обслуживания. Как негативный тренд для отрасли необходимо отметить сокращение квалифицированного персонала, имеющего специальное образование (строители, электрики, механики), а также специалистов в смежной отрасли — промышленности строительных материалов (темпы выбытия составили 0,6, 1 и 1,7 % соответственно).

Нами также были проанализированы тренды занятости по основным строительным профессиям для периода 2001–2017 гг., которые представлены в табл. 3 и на рис. 2 и 3.

Рис. 2. Динамика демонстрирующих рост строительных профессий

Как видно из таблицы и рисунков, есть «классические» строительные профессии (кровельщики и штукатуры), численность которых растет, даже несмотря на бурное развитие цифровых технологий. Это может быть связано с тремя обстоятельствами: а) высокий удельный вес в общем фонде старинных зданий, которые требуют постоянного ремонта крыш, фасадов и внутренних помещений; б) трудность автоматизации этих видов работ; в) недостаточное развитие промышленных технологий в части производства готовых компонентов в заводских условиях. Растет также потребность в инженерах по вентиляции и кондиционированию, что может являться косвен-

Рис. 3. Динамика вымываемых с рынка строительных профессий

Таблица 3

Динамика занятых в Великобритании по отдельным строительным профессиям

Строительные профессии	2001	2005	2010	2013	2017	Среднегодовые темпы, %
Инженер по вентиляции	150	171	181	179	191	1,5
Художник, декоратор	134	148	136	130	120	-0,7
Каменщик	102	108	77	63	70	-2,3
Кровельщик	38	42	39	43	51	1,9
Штукатур	44	43	59	34	58	1,7
Плиточник, мастер по укладке пола	49	46	40	34	28	-3,4
Монтажник стальных конструкций	14	14	11	9	7	-4,2
Мастер по остеклению	59	67	51	36	41	-2,2
Всего	590	639	594	528	566	-0,3

ным подтверждением значительного изменения климата. Одновременно с этим есть профессии, довольно быстро вымываемые с рынка (монтажники стальных конструкций, каменщики, мастера по остеклению и плиточники), что можно объяснить только изменением самих строительных технологий и изготовлением многих крупных блоков в заводских условиях.

Быстрое развитие технологий неизбежно сказывается на состоянии рынка труда, подтверждением чему является строительный сектор Великобритании [8]. Для аналитического описания процесса вымывания отдельных видов профессий с рынка труда авторами статьи предложена простая математическая модель следующего вида:

$$\tilde{y} = \frac{a}{1+b \cdot e^{-c(t-T_0)}} + d, \quad (1)$$

где $\tilde{y}$ — численность специалистов по конкретной профессии; a , b , c , d — параметры логистической функции; T_0 — время начало анализируемого периода.

Данная модель была апробирована на конкретных данных применительно к вымыванию с рынка профессии каменщика. Результаты модельных расчетов приведены на рис. 4.

Значение параметров логистической функции составили: a — 5000; b — 41,5; c — -0,027; d — -11,9; T_0 — 2001. Погрешность аппроксимации не превысила 7 %. Точность аппроксимации может быть повышена при анализе более длинных динамических рядов. В нашем случае она насчитывала всего семнадцать точек, что не могло не сказаться на погрешности расчетов. Несмотря на это, данная модель вполне пригодна для предварительной

Рис. 4. Вымывание профессии каменщика по логистической кривой

оценки трендов вымывания тех профессий (в случае нашего исследования это профессии секретарей, каменщиков, плиточников, монтажников), которые в силу развития технологий перестают быть востребованными рынком.

Заключение

Быстрое развитие технологий и их широкая диффузия во многие сегменты экономики и даже повседневную жизнь самих потребителей быстро меняют структуру как экономики, так и самого рынка труда. Строительный сектор в полной мере подвержен этим трендам. За четверть века численность занятых в строительной отрасли Великобритании сократилась на 16 % (см. табл. 1), что свидетельствует о значительных изменениях в структуре занятости. Новые и по существу такие прорывные цифровые технологии, как новые методы геодезии и геолокации¹¹ с вы-

¹¹ High-definition surveying. URL: <http://www.atkinsglobal.co.uk/~media/Files/A/Atkins-Corporate/north-america/sectors-documents/federal/library-docs/brochures/atkins-high-definition-surveying-10312012.pdf> (дата обращения: 27.01.2019).

соким разрешением, 5D новое поколение информационного моделирования зданий [9], Интернет вещей и передовая аналитика [10], перспективное проектирование и строительство, материалы с новыми свойствами и технологии их использования [11, 12], могут самым коренным образом изменить строительство. Эти изменения коснутся не только методов управления и технологий, но и новых требований к квалификации самих работников. В этой связи особое значение будет иметь создание устойчивой и непрерывной системы обучения и переподготовки специалистов, что возможно при широком вовлечении университетов в эти процессы.

Библиографический список

1. Frey C. B., Osborne M. A. *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* Oxford: Oxford Martin School, 2013.
2. Cockbain E., Brayley-Morris H. Human Trafficking and Labour Exploitation in the Casual Construction Industry: An Analysis of Three Major Investigations in the UK Involving Irish Traveller Offending Groups // *Policing: A Journal of Policy and Practice*. 2018. № 12 (2). С. 129–149. DOI: 10.1093/police/pax032.
3. Gu L., Zhang Y. R., Wang Y. F. Comparison of energy efficiency standards in the public building of China, the US, the UK // *Advanced Materials Research*. 2014. № 869–870. С. 389–392. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.869-870.389
4. Cervi B. On a mission to probe buildings // *CIBSE*. 2012. С. 5–6.
5. Jackson M. *Global Talent, Global Reach*. Belgium: Royal Institute of British Architects (RIBA) Publ., 2017.
6. Hamilton B. *What is a digital twin?* London: NBS, 2018.
7. Brooks E., Law A., Huang L. A comparative analysis of retrofitting historic buildings for energy efficiency in the UK and China // *DISP*. 2014. № 50 (3). С. 66–75. DOI: 10.1080/02513625.2014.979044.
8. Jones P., Comfort D., Hillier D. Materiality and external assurance in corporate sustainability reporting: An exploratory case study of the UK construction industry // *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*. 2018. № 14 (4). С. 454–472. DOI: 10.1504/WREMSD.2018.093568
9. Gerbert Ph. *Digital in Engineering and Construction. The Transformation Power of Building Information Modeling*. Boston: Boston Consulting Group, 2016.
10. Ahmed E., Yaqoob I., Abaker Targio Hashem I., Khan I., Abdalla Ahmed A. I., Imran M., Vasilakos A. V. The role of big data analytics in Internet of Things // *Computer Networks*. 2017. № 129 (2). С. 459–471. DOI: 10.1016/j.comnet.2017.06.013.
11. Shanel A. *10 innovative construction materials that could revolutionize the industry*. Copenhagen: Geniebelt, 2018.
12. Buisman A. *How can technology improve challenges faced within the E&C industry?* Amsterdam: Ernst & Young LLP, 2018.

References

1. Frey C. B., Osborne M. A. *The Future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?* Oxford, Oxford Martin School Publ., 2013.
2. Cockbain E., Brayley-Morris H. Human trafficking and labour exploitation in the casual construction industry: an analysis of three major investigations in the UK involving Irish Traveler Offending Groups. *A Journal of Policy and Practice*, 2018, no. 12 (2), pp. 129–149. DOI: 10.1093/police/pax032.
3. Gu L., Zhang Y. R., Wang Y. F. Comparison of energy efficiency standards in the public building of China, the US, the UK. *Advanced Materials Research*, 2014, no. 869–870, pp. 389–392. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.869-870.389
4. Cervi B. On a mission to probe buildings. *CIBSE*, 2012, pp. 5–6.
5. Jackson M. *Global talent, global reach*. Belgium, Royal Institute of British Architects (RIBA) Publ., 2017.
6. Hamilton B. *What is a digital twin?* London, NBS, 2018.
7. Brooks E., Law A., Huang L. A comparative analysis of retrofitting historic buildings for energy efficiency in the UK and China. *DISP*, 2014, no. 50 (3), pp. 66–75. DOI: 10.1080/02513625.2014.979044.
8. Jones P., Comfort D., Hillier D. Materiality and external assurance in corporate sustainability reporting: An exploratory case study of the UK construction industry. *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 2018, no. 14 (4), pp. 454–472. DOI: 10.1504/WREMSD.2018.093568
9. Gerbert Ph. *Digital in engineering and construction. The transformation power of building information modeling*. Boston, Boston Consulting Group Publ., 2016.
10. Ahmed E., et al. The role of big data analytics in Internet of Things. *Computer Networks*, 2017, no. 129 (2), pp. 459–471. DOI: 10.1016/j.comnet.2017.06.013.
11. Shanel A. *10 innovative construction materials that could revolutionize the industry*. Copenhagen, Geniebelt Publ., 2018.
12. Buisman A. *How can technology improve challenges faced within the E&C industry?* Amsterdam, Ernst & Young LLP Publ., 2018.