

УДК 658.5

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПО ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

МЕНЕЙЛЮК А. И.¹, д. т. н., проф.,
ЛОБАКОВА Л. В.², асп.

¹ Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Одесская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +38(048)7236151, e-mail: kafedra.tsp@mail.ru.

^{2*} Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Одесская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +38(048)7236151, e-mail: kafedra.tsp@mail.ru.

Аннотация. Постановка проблемы. Несоответствие промышленных предприятий, построенных во времена СССР, сегодняшним требованиям, а также существенный технический прогресс, реформирование экономики и переход к рыночным принципам оценки эффективности приводят к необходимости изменения их целевого и функционального назначения. Техническое состояние многих промышленных зданий в Украине позволяет эксплуатировать их еще не одно десятилетие. Перепрофилирование производственных предприятий позволяет не только снизить стоимость строительных работ, но и получать новые объекты в черте города. Несмотря на большое количество промышленных зданий, потерявших свою эффективность и актуальность, а также значительный интерес со стороны инвесторов к данным объектам, сфера перепрофилирования в строительстве остается мало изученной. **Анализ публикаций.** Проблема реконструкции промышленных зданий рассмотрена в работах Д. В. Топчия [3], В. И. Травина [9] и других ученых. Однако отсутствуют указания в нормативных документах, а также системные исследования по совершенствованию организации реконструкции зданий при перепрофилировании. **Целью** данной работы является разработка алгоритма действий по выбору эффективных организационных решений на этапе планирования проекта перепрофилирования промышленных зданий. Предложенный алгоритм позволит выбрать эффективное организационно-технологическое решение по перепрофилированию промышленных зданий с учетом особенностей здания, его месторасположения, состояния его конструкций и действующих ограничений. Выбранное с помощью предложенного алгоритма наиболее эффективное организационное решение позволит реализовать проект перепрофилирования промышленного здания в наиболее возможные короткие сроки и с использованием минимально возможных материальных ресурсов с учетом имеющихся особенностей и ограничений. **Выводы.** Каждый объект перепрофилирования имеет ряд уникальных особенностей, которые необходимо учитывать при выборе эффективного варианта перепрофилирования. Выбор эффективного решения реализации проектов перепрофилирования зданий рекомендуется проводить в соответствии с разработанным алгоритмом с целью логичного и исключающего ошибки достижения конечного результата.

Ключевые слова: перепрофилирование; планирование проекта; выбор эффективного варианта; алгоритм действий

АЛГОРИТМ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО РІШЕННЯ ЩОДО ПЕРЕПРОФІЛЮВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДИНКІВ

МЕНЕЙЛЮК О. І.¹, д. т. н., проф.,
ЛОБАКОВА Л. В.², асп.

¹ Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Одеська державна академія будівництва та архітектури», вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: kafedra.tsp@mail.ru.

^{2*} Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Одеська державна академія будівництва та архітектури», вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: kafedra.tsp@mail.ru

Аноація. Постановка проблеми. Невідповідність промислових підприємств, побудованих за часів СРСР, сьогодняшнім вимогам, а також істотний технічний прогрес, реформування економіки і перехід до ринкових принципів оцінювання ефективності викликають необхідність зміни їх цільового та функціонального призначення. Технічний стан багатьох промислових будівель в Україні дозволяє експлуатувати їх ще не одне десятиліття. Перепрофілювання виробничих підприємств дозволяє не тільки знизити вартість будівельних робіт, а й отримувати нові об'єкти в межах міста. Незважаючи на велику кількість промислових будівель, які втратили свою ефективність і актуальність, а також значний інтерес із боку інвесторів до даних об'єктів, сфера перепрофілювання в будівництві залишається мало вивченою. **Аналіз публікацій.** Проблема реконструкції промислових будівель розглянута в працях Д. В.Топчія [3], В. І.Травіна [9], а також інших учених. Але відсутні вказівки в нормативних документах, а також системні дослідження з удосконалення організації реконструкції будівель під час перепрофілювання. **Мета роботи** - розроблення алгоритму дій щодо вибору ефективних організаційних рішень на етапі планування проекту перепрофілювання промислових будівель. Запропонований алгоритм дозволить вибрати ефективне організаційно-технологічне рішення щодо перепрофілювання

промислових будівель з урахуванням особливостей будівлі, її місця розташування, стану конструкцій і діючих обмежень. Обране за допомогою запропонованого алгоритму найбільш ефективне організаційне рішення дозволить реалізувати проект репрофілювання промислової будівлі в якнайкоротший терміни і з використанням мінімально можливих матеріальних ресурсів з урахуванням наявних особливостей та обмежень.

Висновки. Кожен об'єкт репрофілювання має низку унікальних особливостей, які необхідно враховувати, вибираючи ефективний варіант репрофілювання. Вибір ефективного рішення реалізації проектів репрофілювання будівель рекомендується проводити відповідно до розробленого алгоритму з метою логічного досягнення кінцевого результату.

Ключові слова: *репрофілювання; планування проекту; вибір ефективного варіанта; алгоритм дій*

ALGORITHM OF SELECTION EFFECTIVE SOLUTIONS FOR REPROFILING OF INDUSTRIAL BUILDINGS

MENEJLJUK A. I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
LOBAKOVA L. V.², *postgraduate.*

¹ Department of Technology of Building Production, State Higher Educational Establishment «Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture», Didrihsona Street, 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (048) 7236151, e-mail: kafedra.tsp@mail.ru.

^{2*} Department of Technology of Building Production, State Higher Education Establishment «Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture», Didrihsona Street, 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (048) 7236151, e-mail: kafedra.tsp@mail.ru.

Summary. Raising of problem. Non-compliance requirements of today's industrial enterprises, which were built during the Soviet period, as well as significant technical progress, economic reform and transition to market principles of performance evaluation leading to necessity to change their target and functionality. The technical condition of many industrial buildings in Ukraine allows to exploit them for decades. Redesigning manufacturing enterprises allows not only to reduce the cost of construction, but also to obtain new facilities in the city. Despite the large number of industrial buildings that have lost their effectiveness and relevance, as well as a significant investor interest in these objects, the scope of redevelopment in the construction remains unexplored. **Analysis researches on the topic.** The problem of reconstruction of industrial buildings considered in Topchy D. [3], Travin V. [9], as well as in the work of other scientists. However, there are no rules in regulatory documents and system studies for improving the organization of the reconstruction of buildings at realigning. **The purpose** of this work is the development an algorithm of actions for selection of effective organizational decisions at the planning stage of a reprofiling project of industrial buildings. The proposed algorithm allows you to select an effective organizational and technological solution for the re-profiling of industrial buildings, taking into account features of the building, its location, its state of structures and existing restrictions. The most effective organizational solution allows realize the reprofiling project of an industrial building in the most possible short terms and with the lowest possible use of material resources, taking into account the available features and restrictions. **Conclusion.** Each object has a number of unique features that necessary for considering at choosing an effective reprofiling variant. The developed algorithm for selecting effective decisions of reprofiling buildings is recommended for use in accordance with for the purpose of logical and errors excluding the final result.

Keywords: *reprofiling; project planning; choice of effective variants; algorithm of actions*

Постановка проблеми. Несоответствие промышленных предприятий, построенных во времена СССР, современным требованиям, а также существенный технический прогресс, реформирование экономики и переход к рыночным принципам оценки эффективности приводят к необходимости изменения их целевого и функционального назначения. Техническое состояние многих промышленных зданий в Украине позволяет эксплуатировать их еще не одно десятилетие. Большинство таких зданий находится на территориях населенных пунктов. Развитие городов привело к значительному увеличению их территорий, в результате чего промышленные предприятия, построенные

когда-то на окраинах, оказались в пределах или даже в центральных частях городов.

Репрофилирование производственных предприятий позволяет не только снизить стоимость строительных работ, но и получать новые объекты в черте города. Несмотря на большое количество промышленных зданий, потерявших свою эффективность и актуальность, а также значительный интерес со стороны инвесторов к данным объектам, сфера репрофилирования в строительстве остается малоизученной.

Следовательно, исследования, посвященные выбору эффективных моделей реконструкции промышленных зданий при

перепрофилировании, являются в настоящее время актуальными.

Постановка задачи. Существует множество вариантов реализации проектов перепрофилирования зданий. Основной задачей данной работы является разработка рекомендаций и алгоритма действий по выбору эффективных организационных решений на этапе планирования проекта перепрофилирования промышленных зданий с целью усовершенствования организации работ.

Изложение материала. Выбор эффективного варианта реализации проектов перепрофилирования является одной из самых важных задач на этапе планирования проекта. При этом необходимо учесть большое количество особенностей проекта.

В первую очередь необходимо определить состояние несущих конструкций, коммуникаций, оборудования, конструктивных узлов при предварительном общем осмотре здания, определить степень их износа. Также необходимо определить конструктивные характеристики здания в общем.

Оценкой физического износа зданий и сооружений занимаются специальные «Бюро технической инвентаризации» и другие специализированные организации. Они составляют технический паспорт с описанием конструкций и элементов здания, также его параметров: объема, жилой площади с указанием планов этажей здания и земельных участков. При этом для каждой конструкции здания указывается физический износ за определенное время. Физический износ устанавливают визуально или с помощью специального оборудования, пользуясь нормативным документом «Правила оцінки фізичного зносу будинків» (приказ № 52 от 02.07.93, утвержденный Государственным комитетом Украины по жилищно-коммунальному хозяйству). К нему приложены таблицы с описанием дефектов и повреждений конструкций и соответствующих этим описаниям процентов физического износа конструкции. Величина процента физического износа –

это стоимость ремонта в процентах от стоимости здания, построенного в настоящее время. Называют такую величину еще восстановительной стоимостью [2; 9].

Предварительное обследование здания проводится для:

- выявления степени коррозионного износа несущих металлоконструкций, степени износа деревянных и железобетонных конструкций;
- выявления деформации отдельных элементов или конструкций;
- выявления нарушения геометрических размеров сечений элементов;
- выявления различных дефектов, механических повреждений, трещин;
- выявления неблагоприятного влияния сырости и агрессивных сред на конструктивные элементы.

Дефекты и повреждения, которые накапливаются в зданиях и сооружениях, подразделяют на три категории. К первой категории принадлежат дефекты и повреждения, устраняемые заменой конструктивных элементов, ко второй – устраняемые усилением элементов, а к третьей – устраняемые при текущем или капитальном ремонте [1].

В процессе обследования оценка состояния несущих элементов конструкции может осуществляться с помощью визуального осмотра всех конструктивных элементов и инструментальной проверки прочностных характеристик материалов элементов конструкции.

Важным показателем проекта является его техническая целесообразность. Так, определение конструктивных характеристик здания в общем необходимо для понимания, возможно ли перепрофилирование данного объекта в желаемый. На этом этапе определяется возможность перепрофилирования существующего сооружения в иные типы, так как не все объекты могут быть перепрофилированы в объекты с заранее определенными характеристиками, или же это технически нецелесообразно. Например, из жилого здания нерационально делать торговый центр, поскольку такие конструктивные характеристики как

недостаточно высокие потолки, близко расположенные несущие колонны и др. не дают возможности перепрофилирования или потребуются слишком большие затраты труда и материальных ресурсов.

Также важнейшим показателем является экономическая целесообразность проекта. Перепрофилирование здания будет экономически целесообразным, если оно будет более выгодно, чем новое строительство, с учетом не только стоимостных характеристик, но и временных.

Существует множество вариантов расчета экономической целесообразности проектов. Для предварительной оценки условно затраты на реконструкцию по сравнению с возведением нового здания можно выразить соотношением:

$$\frac{C_{рек.}}{B_{рек.}} \leq \frac{C_{нов.}}{B_{нов.}}, \quad (1)$$

где $C_{рек.}$ – стоимость работ по реконструкции здания с перепрофилированием; $C_{нов.}$ – стоимость возведения нового здания с теми же характеристиками; $B_{рек.}$ – время службы здания после реконструкции; $B_{нов.}$ – время службы нового здания.

Если данное условие выполняется, т. е. соотношение $\frac{C_{рек.}}{B_{рек.}}$ меньше соотношения $\frac{C_{нов.}}{B_{нов.}}$, то реконструкция здания является экономически целесообразным проектом [5].

Важным также является географический фактор или расположение объекта реконструкции. Имеет большое значение целесообразность расположения объекта. Например, нерационально менять целевое назначение, например, ангара, который находится далеко от населенного пункта в поле, на выставочный зал или супермаркет.

Если здание, которое подлежит перепрофилированию, находится в черте города, необходимо учесть, что проведение строительных работ в городских условиях включает такие трудности как стесненные условия строительных работ, условия механизации и транспортировки грузов, а

также ограничивает действия, которые могут нанести вред постройкам близости.

По результатам обследования здания составляется техническое заключение, которое содержит следующие документы:

1. Задание на техническое обследование, подписанное ответственным представителем заказчика или застройщика.

2. Пояснительную записку, в которой присутствует описание здания, площадки его размещения и прилегающей территории, результаты материалов архивных исследований, подробное описание конструкций и их технического состояния, включая расчеты прочности (основания, фундаменты, системы инженерного оборудования, колонны, перекрытия, лестницы, стены, фасады и т.д.). В пояснительной записке должно быть подробное описание деформаций и повреждений в здании или сооружении; характеристика существующих планировочных решений, строительные обмеры, геологические и гидрологические условия площадки, сведения о техническом состоянии прилегающей застройки.

3. Чертежи: ситуационный план, план участка на топографической съемке, планы этажей с указанием конструкций, деформаций, повреждений, план фасадов.

При необходимости к техническому заключению добавляют фотографии дефектов и повреждений конструкций здания [4; 6; 7].

При проведении реконструкции с перепрофилированием можно столкнуться с рядом ограничений, связанных с особенностями проектов. Такими ограничениями могут быть:

- сроки реконструкции;
- стоимость работ по реконструкции с перепрофилированием;
- интенсивность финансирования;
- способ финансирования;
- ограничение в количестве рабочих;
- ограничение в количестве рабочих часов в неделю;
- другие ограничения.

Перед началом проведения работ по перепрофилированию здания необходимо

получить пакет разрешительной документации на работы по перепрофилированию здания.

Состав разрешительной документации:

- разрешение на проектирование;
- общая пояснительная записка;
- строительно-конструктивное решение;
- разрешение на выполнение работ по реконструкции объекта;
- архитектурно-планировочное задание;
- задание от инспекции по охране памятников архитектуры;
- решение по инженерному обеспечению, в том числе разрешение на присоединение к существующим инженерным сетям и коммуникациям или подтверждение существующего присоединения;
- технический паспорт объекта с указанием степени физического износа конструкций и инженерного оборудования;
- сметная документация;
- акт экспертизы здания;
- другие документы, запрашиваемые соответствующими службами населенного пункта [3].

Для определения наиболее эффективного варианта реализации проекта перепрофилирования здания был разработан представленный ниже алгоритм. Он учитывает особенности проведения реконструкции с перепрофилированием, состояние несущих конструкций здания, его расположение, ограничения, действующие во время реализации проекта.

Алгоритм:

1. Определить конструктивные характеристики здания.
2. Определить состояние несущих конструкций, коммуникаций, инженерного оборудования.
3. Выяснить, возможно ли перепрофилирование данного здания в необходимое, следуя нормам (санитарным, строительным, пожарным, экологическим и др.).
4. Определить экономическую целесообразность выполнения перепрофилирования.

5. Определить целесообразность расположения объекта с новым целевым назначением.

6. Определить техническую целесообразность проведения перепрофилирования.

7. Провести инженерно-геологические изыскания и сделать соответствующие расчеты нагрузки на грунты в том случае, если при перепрофилировании здания увеличиваются или перераспределяются нагрузки на грунт.

8. Определить методы усиления конструкции здания, если необходимо, и методы проведения строительных работ.

9. В случае проведения работ в части здания согласовать процессы перепрофилирования и процессы, происходящие в другой части здания.

10. Получить пакет разрешительной документации на работы по перепрофилированию здания.

11. Составить перечень работ, необходимых для перепрофилирования здания, с учетом особенностей здания, и произвести взаимную увязку работ во времени.

12. Определить проектные объемы работ и затраты труда рабочих.

13. Определить перечень необходимых стройматериалов, оборудования, машин и механизмов, затраты на их использование по каждому процессу.

14. Для выбора наиболее эффективного варианта перепрофилирования с помощью экспериментально-статистического моделирования необходимо:

- составить перечень показателей эффективности производственных процессов;
- назначить варьируемые факторы и уровни их изменения;
- выбрать план проведения численного эксперимента в соответствии с математической теорией планирования;
- построить необходимое количество вариантов моделей проекта в соответствии с намеченным планом;
- определить аналитические зависимости показателей эффективности от варьируемых факторов в исследуемых граничных

пределах с помощью математического моделирования;

- построить графики этих зависимостей (для удобства использования);
- ввести действующие ограничения;
- выполнить анализ полученных моделей;
- выбрать эффективный вариант проекта перепрофилирования в зависимости от имеющихся граничных условий на основе анализа моделей.

Выводы. 1. Каждый объект перепрофилирования имеет ряд уникальных особенностей, которые необходимо учитывать при выборе эффективного варианта перепрофилирования.

2. Выбор эффективного варианта реализации проектов перепрофилирования зданий следует проводить в соответствии с разработанным алгоритмом с целью логичного и исключающего ошибки достижения конечного результата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авдейчиков Г. В. Испытание строительных конструкций / Г. В. Авдейчиков. – Москва : АСВ, 2009. – 160 с.
2. Обследование и испытание зданий и сооружений / Сыктывкар. лесн. ин-т ; сост. В. В. Бобров. – Сыктывкар : СЛИ, 2012. – 82 с.
3. Состав, порядок оформления, согласования и утверждения проектной документации для строительства : ДБН А.2.2-3-2004 / Гос. комитет Украины по стр-ву и архитектуре. – Взамен ДБН А.2.2-3-97 ; введ. 2004.07.01. – Киев, 2004. – Режим доступа: <http://www.cogeneration.com.ua/img/zstored/dbn-a.2.2-3-2004.pdf>.
4. Топчий Д. В. Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий : монография / Д. В. Топчий. – Москва : АСВ, 2008. – 144 с.
5. Баронин С. А. Организация, планирование и управление строительством. / С. А. Баронин, С. А. Болотин, П. Г. Грабовый ; под. ред. П. Г. Грабового, А. И. Солунского. – Москва : Проспект, 2012. – 528 с.
6. Обследование и испытание зданий и сооружений / [В. Г. Козачек, Н. В. Нечаев, С. Н. Нотенко, В. И. Ркмшин, А. Г. Ройтман ; под ред. В. И. Римшина]. – 2-е изд. – Москва : Высшая школа, 2004. – 447 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1048981/>.
7. Ефремова О. С. Организация безопасной эксплуатации зданий и сооружений / О. С. Ефремова. – Москва : Альфа-Пресс, 2007. – 184 с.
8. Рюмкина В. Г. Обзор мирового опыта сохранения индустриального наследия / В. Г. Рюмкина // Сборник докладов конференции «Пути сохранения и пропаганды исторического наследия ОАО «РЖД», 16 - 17 декабря 2008 г., Москва / сост. МОО «ВОЛЖД» (Общество любителей железных дорог) ; под общ. ред. А. Б. Вульфова. – 2008. – Режим доступа: <http://volzd.ru/conference1-doc16.html>.
9. Травин В. И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий / В. И. Травин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. – 256 с.
10. A review of methods and algorithms for optimizing construction scheduling / J. Zhou, P. E. D. Love, X. Wang, K. L. Teo, Z. Irani // Journal of the Operational Research Society. – 2013. – Vol. 64, № 8. – P. 1091–1105.
11. Subcontractors scheduling on residential building construction sites / T. Benoist, A. Jeanjean, G. Rochart, H. Cambazard, E. Grellier, N. Jussien. – 2006. – 6 p. – Available at: <http://pagesperso.g-scop.grenoble-inp.fr/~cambazah/page2/assets/benoist-iss06.pdf>.
12. Myers R. H. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments / Raymond H. Myers, Douglas C. Montgomery. – 2nd ed. – Ntw York : John Wiley & Sons, 2002. – 798 p.
13. O`Kelly E. Conversions / E. O`Kelly, C. Dean. – 1st ed. – London : Laurence King, 2007. – 208 p. – Available at: https://books.google.com.ua/books?id=fVMvkOBw7OcC&pg=PT220&dq=O%60Kelly+E.+Conversions&hl=ru&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=O%60Kelly%20E.%20Conversions&f=false.

REFERENCES

1. Avdejchikov G.M. *Ispytanie stroitel'nykh konstruksij* [Testing of building constructions]. Moskva: ASV, 2009, 160 p. (in Russian)
2. Bobrov V.V. *Obsledovanie i ispytanie zdaniy i sooruzhenij* [Inspection and testing of buildings and structures]. Syktyvkar: SLI, 2012, 82 p. (in Russian)
3. Gos. komitet Ukrainy po str-vu i arkhitekture. *Sostav, poryadok oformleniya, soglasovaniya i utverzhdeniya proektnoj dokumentatsii dlya stroitel'stva: DBN A.2.2-3-2004* [The composition, policies, coordination and approval of project documentation for construction]. Kiev, 2014. Available at: <http://www.cogeneration.com.ua/img/zstored/dbn-a.2.2-3-2004.pdf> (in Russian)
4. Topchij D.V. *Rekonstruktsiya i pereprofilirovanie proizvodstvennykh zdaniy* [Renovation and conversion of industrial buildings]. Moscow: ASV, 2008, 144 p. (in Russian)

5. Baronin S.A., Bolotin S.A. and Grabovyy P.G. *Organizatsiya, planirovanie i upravlenie stroitel'stvom* [Organization, planning and management construction]. Moskva: Prospekt, 2012, 528 p. (in Russian)
6. Kozachek V.G., Nechaev N.V., Notenko S.N., Rkmslin V.I. and Rojzman A.G. *Obsledovanie i ispytanie zdanij i sooruzhenij* [Inspection and testing of buildings and structures]. Moskva: Vysshaya shkola, 2004, 447 p. Available at: <http://www.twirpx.com/file/1048981/>. (in Russian)
7. Efremova O.S. *Organizatsiya bezopasnoj ekspluatatsii zdanij i sooruzhenij* [Organization of the safe operation of buildings and structures]. Moskva: Alfa-Press, 2007, 184 p. (in Russian)
8. Ryumkina V.G. *Obzor mirovogo opyta sokhraneniya industrial'nogo naslediya* [Overview of international experience of industrial heritage conservation]. *Sbornik dokladov konferentsii «Puti sokhraneniya i propagandy istoricheskogo naslediya OAO «RZhD», 16-17 dekabrya 2008 g.* [Proceedings of the conference "Ways to preserve and promote the historical heritage of "Russian Railways", December 16-17, 2008]. MOO «VOLZhD» (Obshchestvo ljubitelej zheleznih dorog) [IPO "VOLZhD" (Society of Railway enthusiasts)]. 2008. Available at: <http://volzd.ru/conference1-doc16.html>. (in Russian)
9. Travin V.I. *Kapital'nyj remont i rekonstruktsiya zhilykh i obshchestvennykh zdanij* [Overhaul and reconstruction of residential and public buildings]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2004, 251 p. (in Russian)
10. Zhou J., Love P.E., Wang X., Teo K.L. and Irani.AZ. *A review of methods and algorithms for optimizing construction scheduling. Journal of the Operational Research Society.* 2013, vol. 64, no. 8, pp. 1091–1105.
11. Benoist T., Jeanjean A., Rochart G., Cambazard H., Grellier E. and Jussien N. *Subcontractors scheduling on residential building construction sites.* 2006, 6 p. Available at: <http://pagesperso.g-scop.grenoble-inp.fr/~cambazah/page2/assets/benoist-iss06.pdf>.
12. Myers R.H. and Montgomery D.C. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments.* New York: John Wiley & Sons, 2002, 798 p.
13. O'Kelly E. and Dean C. *Conversions.* London: Laurence King, 2007, 208 p. Available at: https://books.google.com.ua/books?id=fVMvkOBw7OcC&pg=PT220&dq=O%60Kelly+E.+Conversions&hl=ru&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=O%60Kelly%20E.%20Conversions&f=false.

Рецензент: д-р т. н., доц. Галушко В. А.

Надійшла до редколегії: 24.05.2016 р.

Прийнята до друку: 23.06.2016 р.