

### Висновки

У статті наведені дослідження швидкості витання і швидкості транспортування сільськогосподарських культур. Параметри транспортування паливних пелет аналогічні параметрам транспортування зернових культур, саме тому пневматичні конвеєри можуть

бути використані для перевезення паливних пелет. У результаті дослідження була запропонована установка для розвантаження паливних пелет. Циклічний режим роботи установки виключає використання дорогого шлюзового або шнекового живильного пристрою.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Разумов Н.М. Псевдооживление и пневмотранспорт сыпучих материалов. - М.: «Химия», 1972.

Razumov N.M., 1972. Psevdoozhizhenie I pnevmotransport sypuchih materialov. - М.: «Chimiya», 1972.

2. Заганшин М.Г., Колесник А.А., Посохин В.Н. Проектирование аппаратов пылегазоочистки. - М.: «Экопресс – ЗМ», 1998. – 505 с.

Zaganshyn M.G., Kolesnic A.A., Posohin V.N., 1998. Proektirovanie apparatov pylgazoochistki. - М.: «Ecopress - ZM», – 505 p.

3. Святков С.Н. Удаление стружек и пыли при работе на деревообрабатывающих станках. - М.: «Машиностроение», 1964.

Svyatkov S.N., 1964. Udalenie struzhek i pyli pri rabote na derevoobrabatyvayuchich stankach. - М.: «Mashinostrienie».

4. Demirbas A., Calculation of Higher Heating Values of Biomass Fuels. Fuel 76, no. 5, 1996. - 431–34.

Demirbas A., 1996. Calculation of Higher Heating Values of Biomass Fuels. Fuel 76, no. 5: 431–34 p.

5. Lehtikangas P. Quality Properties of Pelletised Sawdust, Logging Residues, and Bark. Biomass and Bioenergy 20, 2001. - 351–60 p.

Lehtikangas P., 2001. Quality Properties of Pelletised Sawdust, Logging Residues, and Bark. Biomass and Bioenergy 20: 351–60.

6. Mani S., Sokhansanj S., Bi X., and Turhollow A. Economics of Producing Fuel Pellets from Biomass. Applied Engineering in Agriculture 22, no. 3: 421–26.

Mani S., Sokhansanj S., Bi X., and Turhollow A. Economics of Producing Fuel Pellets from Biomass. Applied Engineering in Agriculture 22, no. 3: 421–26.

*Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. В. М. Желихом (Україна); д-ром. техн. наук, проф. В. Й. Лабасем (Україна)*

Поступила в редколлегию 08.09.2015

УДК 69.057:658.513.4

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИНЯТИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

СОКОЛОВ И. А.<sup>1</sup>, *д.т.н., доц., декан факультета ПГС, Заслуженный строитель Украины*

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: pgs@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8366-4301

**Аннотация.** Техническое состояние промышленных объектов в условиях необходимости поступательного роста экономики страны настоятельно требует модернизации, перепрофилирования и технического переоснащения, что предопределяет необходимость их реконструкции. Ведение строительно-монтажных работ в условиях сложившейся технологической структуры и инженерного обеспечения производств в значительной степени усложнено, а на их проведение накладывается множество ограничений при выборе технологии и организации строительства. Представленный материал предлагает методику принятия эффективных организационных и технологических решений, реализуемых в проекте производства работ по демонтажу и монтажу строительных конструкций. В основе методики положена многофакторная количественная оценка предлагаемых изменений объемно-планировочного и конструктивного решения здания, а также показателей, характеризующих возможные варианты организационно-технологических решений. Поставленная цель реализуется путем сравнительной оценки уровня сложности предлагаемого проектного решения и уровня сложности принимаемого к работе организационно-технологического решения с установлением коэффициента их соответствия. Анализ проектного решения реконструируемого здания предполагает выявление и прогнозирование влияния значимых показателей на технико-экономические показатели организационно-технологического решения, а также разработку мероприятий по локализации отрицательного воздействия параметров проектного решения. Анализ организационно-технологических решений предполагает выявление параметров, требующих отработки для повышения эффективности монтажных процессов. Уровень сложности ОТР представляет собой многофакторную количественную оценку решения, полученного на основании предложений проектировщиков по реконструкции здания. При неудовлетворительных результатах сравнения уровней сложности ПР и ОТР происходит отработка различных вариантов

организационных и технологических решений до уровня, позволяющего минимизировать финансовые затраты на ведение демонтажных и монтажных работ. Эффективный вариант организационно-технологического решения ложится в основу создания проекта производства работ по реконструкции промышленного предприятия. Предложенный порядок и последовательность описания ПР здания значимыми относительными показателями, установление их влияния на технико-экономические показатели ОТР позволили разработать метод принятия экономически эффективного варианта ОТР для разработки проекта производства монтажных работ.

**Ключевые слова:** проектные решения (ПР), организационно-технологические решения (ОТР), показатели сложности

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИЙНЯТТЯ ЕФЕКТИВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

СОКОЛОВ І. А.<sup>1</sup>, *д.т.н., доц. декан факультету ПЦБ, Заслужений будівельник України*

<sup>1</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: pgs@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8366-4301

**Анотація.** Технічний стан промислових об'єктів в умовах необхідності поступального зростання економіки країни настійно вимагає модернізації, перепрофілювання та технічного переоснащення, що зумовлює необхідність їх реконструкції. Здійснення будівельно-монтажних робіт в умовах сформованої технологічної структури та інженерного забезпечення виробництв в значній мірі ускладнено, а на їх проведення накладається безліч обмежень при виборі технології та організації будівництва. Представлений матеріал пропонує методіку прийняття ефективних організаційних і технологічних рішень, реалізованих в проекті виконання робіт по демонтажу та монтажу будівельних конструкцій. В основі методики покладена багатофакторна кількісна оцінка пропонованих змін об'ємно-планувального і конструктивного рішення будівлі, а також показників, що характеризують можливі варіанти організаційно-технологічних рішень. Поставлена мета реалізується шляхом порівняльної оцінки рівня складності пропонованого проектного рішення та рівня складності прийнятого до роботи організаційно-технологічного рішення із встановленням коефіцієнта їх відповідності. Аналіз проектного рішення будівлі, що реконструюється передбачає виявлення і прогнозування впливу значимих показників на техніко-економічні показники організаційно-технологічного рішення, а також розроблення заходів щодо локалізації негативного впливу параметрів проектного рішення. Аналіз організаційно-технологічних рішень передбачає виявлення параметрів, що вимагають відпрацювання для підвищення ефективності монтажних процесів. Рівень складності ОТР являє собою багатофакторну кількісну оцінку рішення, отриманого на підставі пропозицій проектувальників з реконструкції будівлі. При незадовільних результатах порівняння рівнів складності ПР і ОТР відбувається відпрацювання різних варіантів організаційних і технологічних рішень до рівня, що дозволяє мінімізувати фінансові витрати на ведення демонтажних і монтажних робіт. Ефективний варіант організаційно-технологічного рішення лягає в основу створення проекту виконання робіт з реконструкції промислового підприємства. Запропонований порядок і послідовність опису ПР будівлі значущими відносними показниками, встановлення їх впливу на техніко-економічні показники ОТР дозволили розробити метод прийняття економічно ефективного варіанту ОТР для розробки проекту виробництва монтажних робіт.

**Ключові слова:** проектні рішення (ПР), організаційно-технологічні рішення (ОТР), показники складності

## ADOPTING THE EFFECTIVE ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AT BUILDING RECONSTRUCTION

SOKOLOV I. A.<sup>1</sup>, *doct. Sc. (Tech.), docent, dean of the industrial and civil engineering faculty*

<sup>1</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: pgs@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8366-4301

**Summary.** The technical conditions of industrial objects require modernization, conversion and re-engineering. It determines the need for their reconstruction. Process of construction and installation works in the existing technological structure conditions is complicated. And there are many restrictions in the choice of technology and organization of construction. This thesis provides a method of making effective organizational and technological solutions, which are implemented in the project of works of reconstruction. The methodology is based on multifactor quantitative evaluation of proposed changes to the space-planning and constructive solution of the building, as well as indicators of the possible variants of organizational and technological solutions. This goal is realized by a comparative evaluation of the level of complexity of the proposed project design and complexity of organizational and technological solutions, with making an establishment of their compliance rate. Analysis of the reconstructed building design solution involves identifying and forecasting the impact of significant indicators on the technical and economic indicators of organizational and technological solutions. Analysis of organizational and technological solutions involves identifying parameters, requiring treatment to improve the efficiency of assembly processes. Organizational and technological solutions

difficulty is a multi-factor quantitative assessment, which is obtained on the basis of proposals of the building designers.. At unsatisfactory results of comparing the levels of such two complexities it is required to work out the various options of organizational and technological solutions to a level that allows to minimize the financial costs of doing demolition and installation work. Effective version of organizational and technological solutions is the basis for the creation of works project for the reconstruction of the industrial object.

**Keywords:** design solutions, organizational and technological solutions, indicators of complexity

### **Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими заданиями.**

Одной из главных задач, обеспечивающих поступательный рост экономики страны, является концентрация инвестиций и капитальных вложений на главных направлениях ее развития и прежде всего на модернизации и техническом перевооружении, что предопределяет реконструкцию действующих предприятий. Отличие реконструкции от нового строительства вызвано характером частичного воспроизводства основных фондов, особенностями предлагаемых ПР и необходимостью совмещения строительно-монтажных работ с основной деятельностью предприятия. Эти особенности обуславливают большое разнообразие и неповторимость условий выполнения работ на каждом объекте, что затрудняет процесс разработки проекта производства строительно-монтажных работ (ППР). Выбор рациональных ОТР в таких условиях может осуществляться путем многовариантного проектирования, что требует дополнительных затрат времени и средств и в конечном итоге предопределяет недостаточную объективность оценки эффективности принимаемых решений.

### **Анализ исследований и публикаций.**

Замедление экономического и социального развития, начиная с 1970 года, предопределило необходимость модернизации промышленности, что в свою очередь послужило толчком развития исследований, в которых были заложены основы повышения эффективности принимаемых решений, в том числе по реконструкции промышленных зданий [4]. Результаты некоторых исследований стали основой создаваемой нормативной базы и ряда методик, позволяющих прогнозировать, анализировать, обосновывать и в конечном итоге оценивать принятые решения. В последнее десятилетие исследования по представленной проблеме были практически прекращены в связи с их невостребованностью, а также отсутствием количественной оценки принятых в ППР решений и прогнозирования величины финансовых затрат на их реализацию. Анализ публикаций исследований позволил выделить нерешенные ранее вопросы и сформулировать следующие задачи: сопоставление вариантов ОТР и обоснование выбора наиболее рационального; анализ особенностей ПР реконструируемых зданий и выявление факторов, оказывающих отрицательное влияние на ОТР по монтажу конструкций; анализ ОТР и обоснование

показателей, требующих отработки при формировании ППР; гармонизация свойств ПР реконструируемых зданий, которые усложняют и ограничивают условия функционирования процесса монтажа

### **Цель статьи.**

Предложить методику принятия эффективных ОТР, реализуемых в ППР, по демонтажу и монтажу строительных конструкций промышленных зданий путем многофакторной количественной оценки и анализа проектных решений зданий и рациональных решений по производству монтажных работ.

### **Изложение основного материала.**

Как следует из проведенного ранее обзора, для решения поставленной задачи требуется комплексная формализованная количественная характеристика, оценивающаяся относительной безразмерной величиной, определяющая совокупность свойств ПР и ОТР. Иными словами требуется установление степени соответствия сложности ППР к сложности ОТР. Это соотношение определяет уровень сложности реконструкции объекта. Сложностью ПР будем называть значимую совокупность свойств объемно-планировочного и конструктивного решения реконструируемого участка промздания, на площади которого требуется смонтировать несущие и ограждающие конструкции каркаса, осуществить предварительную частичную разборку и демонтаж исключаемых элементов конструкции каркаса, а также расположение этого участка, относительно других существующих зданий, сооружений, коммуникаций, оборудования и пр. Сложность ОТР включает в себя систему показателей, значимыми из которых являются показатели сложности транспортирования конструкций, их монтажа, складирования и укрупнительной сборки.

При решении поставленных задач использовались следующие методы: при обосновании ограничений исследований - морфологическое моделирование; обоснование системы значимых показателей, характеризующих технологические свойства ПР и ОТР, проводилось с помощью целенаправленных экспериментов с использованием методов математической статистики по обработке априорной информации (парная и множественная корреляция) и метода распознавания образов; при разработке методики поиска рационального технологического решения - теория графов.

Целью анализа ПР реконструируемых зданий является выявление и прогнозирование влияния значимых показателей на технико-экономические показатели ОТР, а также разработка организационно-технических мероприятий по локализации отрицательного воздействия параметров ПР. Величина частных показателей сложности ПР определяется по нижеприведенным формулам.

1. Показатель плотности застройки

$$V_1 = \frac{F_C - F_T}{F_T}; \quad (1)$$

где:  $F_C$  - свободная площадь вне контуров монтируемых пролетов, непосредственно примыкающая к ним, м<sup>2</sup>;

$F_T$  - площадь горизонтальной проекции действующих инженерных коммуникаций с учетом охранной зоны, расположенной в пределах  $F_C$ , м<sup>2</sup>;

$F_T$  - площадь вне контуров монтируемых пролетов, необходимая для нормальной организации монтажного процесса, м<sup>2</sup>.

2. Показатель наличия в реконструируемых пролетах действующих железнодорожных выездов

$$V_2 = 1 - \frac{F_{Ж}}{F} \quad (2)$$

где:  $F_{Ж}$  - площадь монтируемых (демонтируемых) пролетов, через которые проходят железнодорожные пути, м<sup>2</sup>;

$F$  - полная площадь пролетов, подлежащих монтажу (демонтажу), м<sup>2</sup>.

3. Показатель рассредоточения возводимых пролетов

$$V_3 = \frac{1}{n} \quad (3)$$

где:  $n$  - число территориально обособленных участков цеха, на которых осуществляется монтаж и демонтаж конструкций.

4. Показатель разнотипности пролетов

$$V_4 = 1 - \frac{t_T}{t_0} \quad (4)$$

где:  $t_T$  - количество типов монтируемых пролетов;

$t_0$  - общее количество пролетов.

5. Показатель разновысотности пролетов

$$V_5 = \frac{H_{CP}}{H_{MAX}} \quad (5)$$

где:  $H_{CP}$  - средняя высота здания, м;

$H_{MAX}$  - максимальная высота здания, м.

6. Показатель демонтируемости конструкций

$$V_6 = 1 - \frac{W_D}{W_M} \quad (6)$$

где:  $W_D$  - приведенный к одному измерителю объем демонтируемых конструкций;

$W_M$  - приведенный к одному измерителю объем монтируемых конструкций.

7. Показатель внутренней стесненности

$$V_7 = 1 - \frac{F_0}{F} \quad (7)$$

где:  $F_0$  - площадь возводимых пролетов, занимаемая существующими сооружениями и оборудованием, не подлежащим демонтажу.

8. Показатель замкнутости реконструируемых участков

$$V_8 = 1 - \frac{P}{P_p} \quad (8)$$

где:  $P$  - периметр реконструируемых участков, м;

$P_p$  - часть периметра, непосредственно примыкающая к существующим пролетам, м;

9. Показатель унификации шага колонн

$$V_9 = 0,5 \left( 1 - \frac{m_1}{m_2 - (n + 1)} + \frac{1}{m} \right) \quad (9)$$

где:  $m$  - количество типов колонн;

$m_1$  - количество шагов колонн, отличающегося от наиболее часто применяемого;

$m_1$  - общее количество колонн.

10. Показатель устойчивости сохраняемых пролетов ( $V_{10}$ ).  $V_{10} = 0$  если требуется усиление существующих сохраняемых конструкций для обеспечения их пространственной устойчивости; если же усиление не требуется, то  $V_{10} = 1$ .

Уровень сложности ПР определяется по формуле:

$$V_{ПР} = 0,12V_1 + 0,08V_2 + 0,07V_3 + 0,08V_4 + 0,05V_5 + 0,06V_6 + 0,11V_7 + 0,12V_8 + 0,21V_9 + 0,10V_{10} \quad (10)$$

Целью анализа организационно-технологических решений является выявление параметров ОТР, требующих отработки для повышения эффективности монтажных процессов. Величина частных показателей ОТР определяется по нижеприведенным формулам.

1. Показатель вписываемости транспортных средств:

$$S_1 = \frac{1}{F} * \sum_{i=1}^n \frac{R_{ni}}{R_{Ti}} * F_i \quad (11)$$

где:  $R_{ni}$  - радиус поворота автодороги в  $i$ -й пролет, м;

$R_{Ti}$  - то же, требуемый для перевозки монтажного элемента наибольшей длины, м;

$F_i$  - площадь  $i$ -го пролета, м<sup>2</sup>;

$F$  - полная площадь возводимых пролетов, м<sup>2</sup>;

$n$  - число пролетов;

2. Показатель непрерывности транспортного процесса

$$S_2 = \frac{1}{1 + t} \quad (12)$$

где:  $t$  - число пересечений внутрипостроечных дорог;

3. Показатель транзитности подъездных дорог

$$S_3 = 1 - \frac{L_T}{L} \quad (13)$$

где:  $L$  - общая длина подъездных дорог, м;

$L_T$  - длина подъездных участков, м;

4. Показатель оборачиваемости складских помещений

$$S_4 = 1 - \frac{B_1}{B_2} \quad (14)$$

где:  $V_1$  - площадь центрального и промежуточного складов,  $m^2$ ;

$V_2$  - расчетная площадь складирования для одновременного хранения конструкций,  $m^2$ ;

5. Показатель достаточности складирования

$$S_5 = \frac{b_1}{b_2} \quad (15)$$

где:  $b_1$  - имеющаяся в пролетах площадь для складирования и сборки конструкций,  $m^2$ ;

$b_2$  - то же, требуемая,  $m^2$ .

6. Показатель напряженности монтажного поля

$$S_6 = \frac{F}{G} \quad (16)$$

где:  $G$  - суммарная грузоподъемность кранов, занятых на монтаже и укрупнительной сборке, т;

7. Показатель использования грузоподъемности кранов

$$S_7 = \frac{1}{K} * \sum_1^K \frac{\sum_{i=1}^r M_i * d_i}{100G_K} \quad (17)$$

где:  $M_i$  - масса конструкций  $i$ -ой массы, т;

$d_i$  - доля элементов  $i$ -ой массы в числе монтажных процессов;

$G_K$  - грузоподъемность  $K$ -го крана;

$K$  - число кранов, шт;

$r$  - число групп элементов с одинаковой массой.

8. Показатель проходимости монтажных кранов

$$S_8 = 1 - \frac{L_{\Pi}}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (18)$$

где:  $L_{\Pi}$  - длина пути крана, расположенного по искусственным сооружениям, м;

$l_i$  - длина проходки крана по  $i$ -му пролету, м;

$n$  - число пролетов, в которых необходима проходка крана, м;

9. Показатель демонтируемости

$$S_9 = 1 - \frac{O_d}{O_m} \quad (19)$$

где:  $O_d$  - приведенный объем демонтируемых конструкций, т или  $m^3$ ;

$O_m$  - то же, монтируемых конструкций, т или  $m^3$ .

10. Показатель непрерывности монтажа

$$S_{10} = \frac{1}{1 + \Pi} \quad (20)$$

где:  $\Pi$  - количество перестановок крана.

11. Показатель локализации монтажной зоны

$$S_{11} = \frac{F_B}{F_{ВП}} \quad (21)$$

где:  $F_B$  - площадь временных стен и перегородок,  $m^2$ ;

$F_{ВП}$  - площадь вертикальной проекции примыканий возводимых пролетов к существующим,  $m^2$ .

Показатель сложности транспортирования конструкций вычисляется по формуле

$$S_T = 0,47S_1 + 0,31S_2 + 0,22S_3 \quad (22)$$

Сложность складирования и укрупнительной сборки

$$S_C = 0,34S_4 + 0,6S_5 \quad (23)$$

Сложность монтажа

$$S_M = 0,14S_6 + 0,20S_7 + 0,18S_8 + 0,17(S_9 + S_{10}) + 0,12S_{11} \quad (24)$$

Уровень сложности ОТР представляет собой многофакторную количественную оценку решения, полученного на основании предложений проектировщиков по реконструкции здания.

$$S = 0,23S_T + 0,31S_C + 0,46S_M \quad (25)$$

Необходимость отработки ОТР может быть определена путем установления степени соответствия принятых параметров ОТР заданным параметрам ПР путем вычисления коэффициента соответствия по формуле

$$K_C = \frac{1,12V_{ПР} - 0,17}{S} \quad (26)$$

и сопоставления его с установленным критерием:

- для эффективных решений  $K_C < 0,9$ ;

- для удовлетворительных решений  $0,9 \leq K_C \leq 1,1$ ;

- для эффективных решений  $K_C > 1,1$ ;

При значении  $K_C > 0,9$  требуется отработка ОТР, для чего вся совокупность частных показателей сложности ОТР подвергается тщательному анализу. Анализ осуществляется путем определения управляемых параметров расчетных формул с целью изыскания возможности их изменения для увеличения их численных значений. Изменения параметров формируют перечень организационно-технологических мероприятий для улучшения качества ОТР и снижения уровня сложности процессов реконструкции.

Минимальный предел эффективности отработки ОТР устанавливается по формуле

$$S_{MIN} = 0,46 + 0,17F \quad (27)$$

где:  $F$  - площадь реконструируемых пролетов, тыс.  $m^2$ .

Если  $S_{MIN}$  больше рассчитанного значения уровня сложности принятых в процессе производства работ решений, то их отработка экономически целесообразна. В противном случае отработка ОТР существенного экономического эффекта не дает. Если при разработке ОТР допущены грубые ошибки, то ликвидация их в процессе отработки может давать существенный эффект и при  $S < S_{MIN}$ . Отработку ОТР следует проводить до тех пор, пока они не будут соответствовать области эффективных решений, а их уровень сложности превышать минимальный предел эффективности. В том случае, если ПР не позволяет осуществить отработку ОТР до требуемого уровня сложности, возникает острая необходимость уменьшения влияния частных показателей сложности ПР, что в конечном итоге означает корректировку и внесение изменений в проект реконструкции здания.

Экономическая эффективность отработки ОТР определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{ОТР} = 491F \left( \frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right) \quad (28)$$

где:  $S_1$  и  $S_2$  - уровни сложности ОТР до и после отработки;

$F$  - площадь реконструируемых пролетов, тыс. м<sup>2</sup>.

Относительная экономическая эффективность позволяет установить разницу между затратами на организацию монтажа здания с заданными ПР параметрами и затратами, требуемыми для реализации принятых ОТР:

$$\varepsilon_0 = \left[ F^2 \left( \frac{0,482}{V_{\text{ПР}}^3} - \frac{0,491}{S^2} - 0,52 \right) + 4F - \frac{3,7}{F} - 8 \right] \frac{16080}{F} \quad (29)$$

где:  $\varepsilon_0$  - относительная экономическая эффективность, грн.;

$F$  - площадь реконструируемых пролетов, тыс. м<sup>2</sup>;

Экономически обоснованный вариант ОТР принимается в качестве исходного технического задания для разработки всех разделов проекта производства работ по реконструкции промышленного здания.

Последовательность выбора эффективных решений путем отработки и обоснования ОТР представлена на рисунке 1.

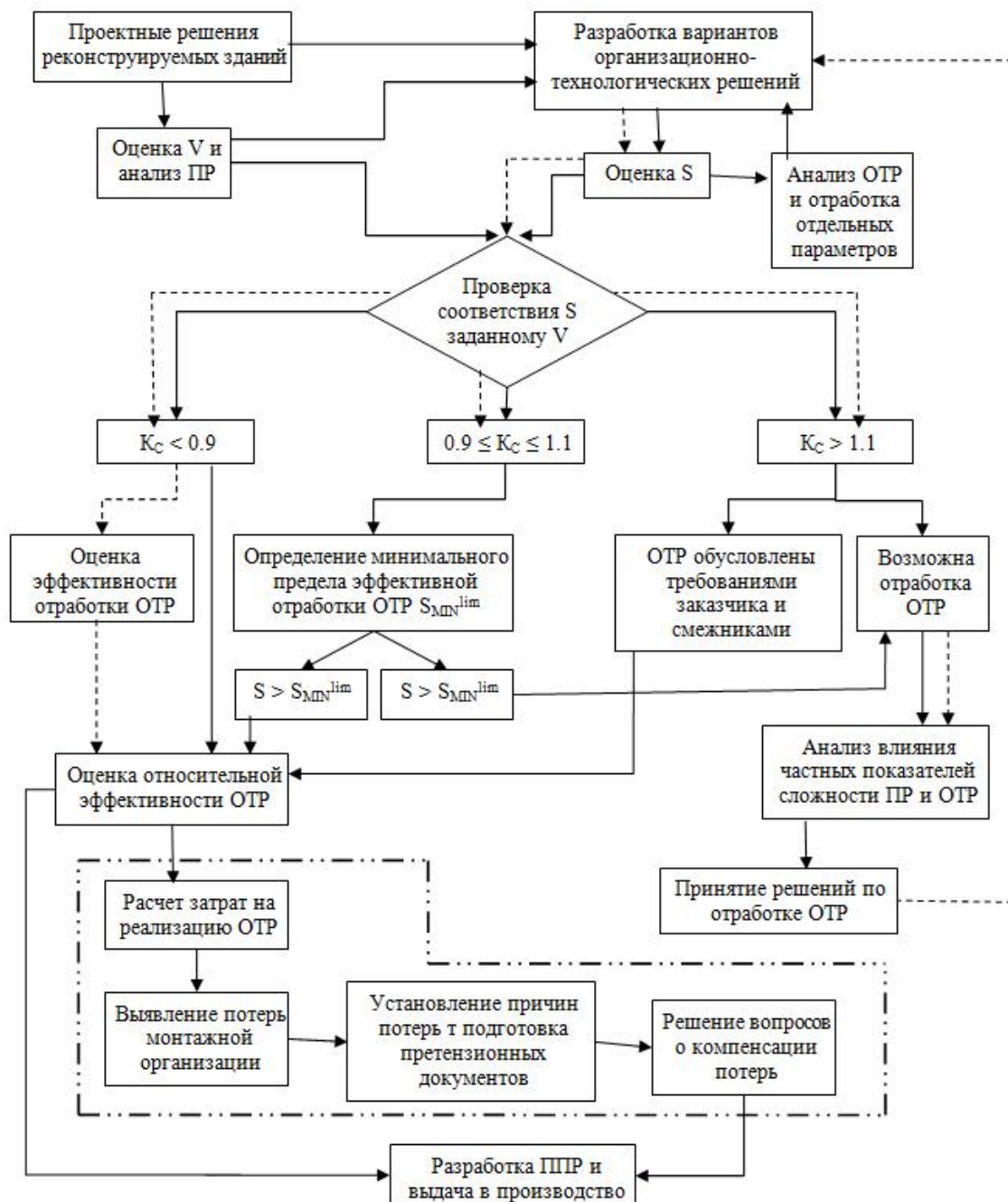


Рис. 1. Последовательность выбора эффективных решений  
 Fig. 1. The algorithm of effective solutions choice

### Выводы и перспективы развития.

Анализ проектов производства работ по реконструкции промышленных зданий выявил комплекс проблем, связанных с особенностями выполнения строительного-монтажных работ в условиях действующего производства, большого разнообразия, неповторимости, а в отдельных случаях и уникальности ПР реконструкции.

Предложенный порядок и последовательность описания ПР здания значимыми относительными показателями, установление их влияния на технико-экономические показатели ОТР позволили разработать метод принятия экономически

эффективного варианта ОТР для разработки проекта производства монтажных работ.

Перспективным направлением дальнейших исследований и совершенствования предложенного метода оценки является создание методики, позволяющей на стадии внесения изменений в объемно-планировочное и конструктивное решение здания с действующим производством с целью его реконструкции или перепрофилирования предусмотреть комплекс мер и требований, позволяющих существенно снизить уровень сложности ОТР и в конечном итоге повысить экономическую эффективность проекта.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Абдуллаев Г. И. Повышение организационно-технологической надежности строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов [Электронный ресурс] / Г. И. Абдуллаев, В. З. Величкин, Т. Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал. - 2013. - № 3. - С. 43-50. - Режим доступа: [www.engstroy.spb.ru/index\\_2013\\_03/velichkin.pdf](http://www.engstroy.spb.ru/index_2013_03/velichkin.pdf)

Abdullaev G. I. Povyshenie organizatsionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti stroitel'stva lineynoprotyazhennykh sooruzheniy metodom prognozirovaniya otkazov [Improving the organizational and technological reliability of linear facility building by failures predicting] / G. I. Abdullaev, V. Z. Velichkin, T. N. Soldatenko // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. - 2013. - № 3. - pp. 43-50.

2. Анферов В. Н. Организационно-технологическая надежность эксплуатации башенных кранов. / В. Н. Анферов, С. М. Кузнецов, С. И. Васильев // Журнал "Системы. Методы. Технологии". - 2013. - № 2 (18). - С. 35-41. [brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/docs/number18/35-41.pdf](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number18/35-41.pdf)

Anferov V. N. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' ekspluatatsii bashennykh kranov. [Organizational and technological reliability of tower crane operations] / V. N. Anferov, S. M. Kuznecov, S. I. Vasil'ev // Zhurnal "Sistemy. Metody. Tekhnologii". - 2013. - № 2 (18). - pp. 35-41

3. Величкин, В. З. Управление и надежность реализации строительных программ [Электронный ресурс] / В. З. Величкин // Инженерно-строительный журнал. - 2014. - № 7. - С. 74-79. [www.engstroy.spb.ru/index\\_2014\\_07/10.pdf](http://www.engstroy.spb.ru/index_2014_07/10.pdf)

Velichkin, V. Z. Upravlenie i nadezhnost' realizatsii stroitel'nykh programm [Management and reliability of construction programs implementation] / V. Z. Velichkin // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. - 2014. - № 7. - pp. 74-79

4. Гусаков, А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства / А. А. Гусаков. - М.: Стройиздат, 1974. - 252 с. Режим доступа:

<http://www.iatp.am/vahanyan/systech/avtor-1111.htm>

Gusakov, A. A. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' stroitel'nogo proizvodstva [Organizational-technological reliability of building production]. Moscow, Stroyizdat, 1974. 252 p.

5. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е4, выпуск 1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.tehlit.ru/e\\_enir.htm](http://www.tehlit.ru/e_enir.htm)

Edinye normy i rastsenki na stroitel'nye, montazhnye i remontno stroitel'nye raboty. Sbornik E4, vypusk 1. [Uniform

standards and fees for building and construction and repair construction work. A Collection Of E4, part 1].

6. Капустина Е. П. Организационные параметры реконструкции инженерных сооружений в условиях действующего промышленного предприятия / Е. П. Капустина // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. - Вып. 6. - С. 25-28. [nbuv.gov.ua/j-pdf/vdnaba\\_2013\\_6\\_7.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vdnaba_2013_6_7.pdf)

Kapustina E. P. Organizatsionnye parametry rekonstruktsii inzhenernykh sooruzheniy v usloviyakh deystvuyushchego promyshlennogo predpriyatiya [Organizational options of reconstruction of engineering constructions under the acting industrial plant] / E. P. Kapustina // Vestnik Donbasskoy nacional'noy akademii stroitel'stva i arkhitektury. - 2013. - Vyp. 6. - pp. 25-28.

7. Млодецкий, В. Р. Концепція надійності в організації будівельного виробництва / В. Р. Млодецкий, А. В. Загуменова, Н. Ю. Морошкіна // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2014. - № 4. - С. 19-24. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia\\_2014\\_4\\_6.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia_2014_4_6.pdf)

Mlodec'kyj, V. R. Konsepcija nadijnosti v organizacii' budivel'nogo vyrobnyctva [The concept of reliability in construction production organization] / V. R. Mlodec'kyj, A. V. Zagumenova, N. Ju. Moroshkina // Visnyk Prydniprov's'koi' derzhavnoi' akademii' budivnyctva ta arhitektury. - 2014. - № 4. - pp. 19-24.

8. Недавний О. И. Оценка организационно-технологической надежности строительства объектов / О. И. Недавний, С. В. Базилевич, С. М. Кузнецов // Журнал "Системы. Методы. Технологии". - 2013. - № 2 (18). - С. 137-141. - Режим доступа:

[brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/docs/number18/137-141.pdf](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number18/137-141.pdf)

Nedavnij O. S. Ocenka organizacionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti stroitel'stva objektov [Evaluation of organizational and technological reliability of building objects] / O. S. Nedavnij, S. V. Bazilevich, S. M. Kuznecov // Zhurnal "Sistemy. Metody. Tekhnologii". - 2013. - № 2 (18). - pp. 137-141

9. Югов А. М. Особенности реконструкции силосных корпусов коксохимических заводов в стесненных условиях действующего промышленного предприятия / А. М. Югов, О. М. Петросян, Е. П. Капустина // Сборник научных трудов [Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка]. Сер. : Отраслевое машиностроение, строительство. - 2013. - Вып. 4 (2). - С. 283-288. [nbuv.gov.ua/j-pdf/Znpgmb\\_2013\\_4\(2\)\\_37.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Znpgmb_2013_4(2)_37.pdf)

Yugov A. M. Osobennosti rekonstruktsii silosnykh korpusov koksokhimicheskikh zavodov v stesnennykh usloviyakh deystvuyushchego promyshlennogo predpriyatiya [Features of reconstruction of silo buildings of coke plants in

cramped conditions of acting industrial enterprises] / A. M. Yugov, O. M. Petrosyan, E. P. Kapustina // Sbornik nauchnykh trudov [Poltavskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta im. Yu. Kondratyuka]. Ser. : Otralevoe mashinostroenie, stroitel'stvo. - 2013. - Вып. 4 (2). - pp. 283-288.

10. Bratcu, A. I. Some new results on the analysis and simulation of bucket brigades (selfbalancing production lines) [Электронный ресурс] / A. I. Bratcu, A. Dolgui // International Journal of Production Research, 2009, vol. 47, no. 2, pp. 369–387.

[www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540802426128](http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540802426128)

11. Magdy, I. Salama. Estimation of period of vibration for concrete moment-resisting frame buildings [Text] /

Magdy I. Salama // HBRC Journal, Volume 11, Issue 1. – April 2015. – P. 16–21.

[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168740481400011X](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168740481400011X)

12. Min-Lan Yang. Enhancement of scheduling reliability in building project using theory of constraint [Электронный ресурс] / Min-Lan Yang, Tsung-Chieh-Tsai // Journal of the Operational Research, 2008, vol. 51, no. 4, pp. 284-298

[http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/e\\_mag/51-4-284-298.pdf](http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/e_mag/51-4-284-298.pdf)

13. Yang, K. K. Maximizing throughput of bucket brigades on discrete workstations [Электронный ресурс] / K. K. Yang, Y. E. Lim // Production and Operations Management. – 2009. – Vol.18. – P.48-59. <http://www.mysmu.edu/faculty/yflim/yflim-POM2009.pdf>

*Статья рекомендована к публикации д-ром. техн. наук, проф. С.З.Полицуком (Украина); д-ром. техн. наук, проф. В.Н. Деревянко (Україна)*

Поступила в редколлегию 28.09.2015