



## ДОСЛІДЖЕННЯ І ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ УМОВ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

**О. Ф. Осипов**

*Київський національний університет будівництва та архітектури,*

*31, просп. Повітрофлотський, м. Київ, Україна, 03037.*

*E-mail: osipov@ukr.net*

*Отримана 30 січня 2014; прийнята 28 березня 2014.*

**Анотація.** У статті викладені основи параметризації умов виробництва робіт при реконструкції будівель і споруд, які розуміються як сукупність факторів впливу, що визначають просторово-часові параметри та обмеження фронту робіт, і прийняті як параметри-ознаки, та чи інша комбінація яких визначає ту чи іншу інтегральну характеристику фронту робіт – категорію просторово-часової обмеженості і категорію рівня обмеження за умовами і вимогами середовища. Категорії задаються відповідними ознаками (параметрами) з координатами (величиною параметра). Спільна комбінація формалізованих ознак, категорій просторово-часової обмеженості і категорій рівня обмежень за умовами і вимогами середовища, описує (формалізує) системну властивість – рівень складності умов виконання робіт. Виділяються три категорії складності умов виробництва робіт: помірної складності (I категорія); складні (II категорія); дуже складні (III категорія).

**Ключові слова:** параметризація, умови виконання робіт, класифікації, реконструкція.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**А. Ф. Осипов**

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,*

*31, просп. Воздухофлотский, г. Киев, Украина, 03037.*

*E-mail: osipov@ukr.net*

*Получена 30 января 2014; принята 28 марта 2014.*

**Аннотация.** В статье изложены основы параметризации условий производства работ при реконструкции зданий и сооружений, в качестве которых понимаются совокупность влияющих факторов, определяющих пространственно-временные параметры и ограничения фронта работ, и принятые в качестве параметров-признаков, та либо иная комбинация которых определяет ту либо иную интегральную характеристику фронта работ – категорию пространственно-временной стесненности и категорию уровня ограничений по условиям и требованиям среды. Категории задаются соответствующими признаками (параметрами) с координатами (величиной параметра). Совместная комбинация формализованных признаков, категорий пространственно-временной стесненности и категорий уровня ограничений по условиям и требованиям среды, описывает (формализует) системное свойство – уровень сложности условий производства работ. Выделяются три категории сложности условий производства работ: умеренной сложности (I категория); сложные (II категория); очень сложные (III категория).

**Ключевые слова:** параметризация, условия производства работ, классификации, реконструкция.

## RESEARCH AND PARAMETERIZATION OF THE PRODUCTION CONDITIONS OF WORK IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

**Aleksandr Osipov**

*Kiev National University of Construction and Architecture,  
31, Povitroflotskyi ave., Kiev, Ukraine, 03037.  
E-mail: osipovv@ukr.net*

*Received 30 January 2014; accepted 28 March 2014.*

**Abstract.** The article presents the fundamentals of the parameterization of production conditions of work in the reconstruction of buildings and structures, which are understood as a set of influencing factors determining the spatio-temporal parameters and limits the scope of work, and taken as a parameter, or other evidence that the combination of which determines that or other integral characteristics the scope of work – the category of space-time constraint and the category-level restrictions on the conditions and requirements of the environment. Categories are defined relevant features (parameters) with coordinates (parameter value). The joint combination of formal attributes, categories of spatial-temporal constraint categories and levels of restrictions on the conditions and requirements of the environment, describes the (formalized) system property – the level of complexity of the conditions of the work. There are three categories of production conditions of work: moderate difficulty (I category), complex (II category) are very complex (III category).

**Keywords:** parameterization, the conditions of production work, grading, reconstruction.

### Введение

Основой математической формализации и моделирования строительных процессов при исследовании их эффективности является представление влияющих факторов – условий производства работ – в виде системы параметров, с помощью которой можно выполнять построение (моделирование) идеализированных объектов, свойства которых в гиперболизированном, абсолютизированном виде отражают соответствующие свойства реальных объектов [1–12].

### Основное содержание работы

Под условиями производства работ ( $K_y$ ), будем понимать совокупность влияющих факторов реконструкции [13–15], определяющих пространственно-временные параметры ( $K$ ) и ограничения ( $O$ ) фронта работ (рис. 1), и которые, в общем виде, можно представить функционалом:

$$K_y = f(K, O). \quad (1)$$

Пространственно-временные параметры фронта работ принимаются в качестве группы признаков  $K$  в составе:

( $k_1^S$ ) – уровень пространственной стесненности элементов фронта работ, заданный координатами  $\{k_{11}^S, k_{12}^S, k_{13}^S, k_{14}^S\}$ ;

( $k_2^S$ ) – уровень ограничений во времени (по срокам производства работ), заданный координатами  $\{k_{21}^S, k_{22}^S, k_{23}^S, k_{24}^S\}$ .

Совокупность свойств  $K_\mu^S = \{k_1^S, k_2^S\}$  определяет  $\mu$ -ю интегральную характеристику фронта работ, которую, в зависимости от уровня пространственной и временной стесненности, можно разделить на категории:

( $K_I^S$ ) – умеренно стесненные условия и практически нормативные сроки производства работ (I категория);

( $K_{II}^S$ ) – стесненные условия и сжатые сроки производства работ (II категория);

( $K_{III}^S$ ) – очень стесненные и труднодоступные условия, сжатые и особенно сжатые сроки производства работ (III категория).

Под пространственной стесненностью фронта работ будем понимать некоторую совокупность ограничений относительно его геометрических параметров:

**I** Ограничения в плане:

по площади:

- $(F_H - \sum F_i) / F_H$ , где  $F_H$  и  $\sum F_i$  — соответственно, требуемая по нормам площадь фронта работ и площадь неустранимых преград;

по размерам в плане:

- с одной стороны;
- с двух сторон;
- с трех сторон;
- с четырех сторон;

внутри расположенными преградами:

- отдельно стоящие сосредоточенные;
- рассредоточенные.

**II** Ограничения по высоте ( $H$ ) рабочей (монтажной) зоны.**III** Ограничения по вписываемости в проезды:

по габаритам:

- по ширине ( $B_{пр}$ );
- по высоте ( $H_{пр}$ );

по радиусу поворота:

- ( $R_{пр}$ ).

**IV** Ограничения по совмещению смежных фронтов работ:

в плане;

по высоте яруса:

- совмещение работ на нескольких уровнях.

Пространственная стесненность устанавливается для элементов фронта работ, в качестве которых принимаются следующие структурные элементы:

**a)** объектный фронт — общий фронт работ на строительной площадке: учитывается стесненность технологической зоны (строительной площадки) по площади, размерами в плане и внутриплощадочных проездов;

**b)** участок — фронт работ в границах обособленной объемно-планировочной части здания, сооружения, состоящий из нескольких захваток: учитывается стесненность проездов в пределах участка;

**c)** захватка — фронт работ, состоящий из одной или нескольких рабочих (монтажных) зон: учитывается стесненность проездов в пределах захватки;

**d)** рабочая (монтажная) зона — фронт работ для одного исполнителя (звена): учитывается стесненность по размерам в плане, по высоте и совмещению смежных рабочих зон;

**e)** рабочее место — учитывается стесненность рабочего места по размерам в плане и высоте — труднодоступность.

Уровень пространственной стесненности устанавливается на основе сопоставления требуемых  $[l, b, h, \dots]^{mp}$  и фактически предоставляемых  $(l, b, h, \dots)^\phi$  пространственных параметров элементов фронта работ [13–14]:

$$[l, b, h, \dots]^{mp} \longleftrightarrow (l, b, h, \dots)^\phi \quad (2)$$

По результатам сопоставления устанавливаются значения координат  $\{k_{11}^s, k_{12}^s, k_{13}^s, k_{14}^s\}$  (рис. 1), а именно:

$(k_{11}^s)$  — малостесненные условия производства работ (ограничения имеют только геометрические параметры объектного фронта работ — а-й элемент фронта работ);

$(k_{12}^s)$  — стесненные условия (а, b и с-й элементы фронта работ);

$(k_{13}^s)$  — особенно стесненные условия (а-d-й элементы фронта работ);

$(k_{14}^s)$  — чрезвычайно стесненные условия (ограничения имеют все структурные элементы фронта работ — а-e).

Значение координат  $\{k_{21}^s, k_{22}^s, k_{23}^s, k_{24}^s\}$ , определяющих уровень ограничений во времени ( $k_2^s$ ), устанавливается на основе анализа функционально-целевых факторов, обуславливающих общую организацию реконструкции, этапы и стадии ее осуществления, и которые принимаются следующей структурой (рис. 1):

$(k_{21}^s)$  — нормативные сроки производства работ (сроки производства работ по этапам, стадиям, комплексам и отдельным работам, процессам устанавливаются по нормативной трудоемкости);

$(k_{22}^s)$  — практически нормативные сроки (устанавливаются по нормативной трудоемкости с учетом перевыполнения норм);

$(k_{23}^s)$  — сжатые сроки производства работ (устанавливаются расчетом с учетом необходимого насыщения фронта работ ресурсами);

$(k_{24}^s)$  — особенно сжатые сроки производства работ (устанавливаются расчетом с учетом максимально возможного насыщения фронта работ ресурсами).

Группа признаков О. Ограничения по условиям среды и требованиям к среде объекта реконструкции (рис. 1):

$(o_1^s)$  — уровень опасности и вредности среды (фронта работ), заданный координатами  $\{o_{11}^s, o_{12}^s, o_{13}^s, o_{14}^s\}$ ;

$(o_2^s)$  — уровень требований к сохранению среды реконструируемого объекта, заданный координатами  $\{o_{21}^s, o_{22}^s, o_{23}^s, o_{24}^s\}$ .

Совокупность свойств  $O_v^s = \{o_1^s, o_2^s\}$  определяет  $v$ -ю интегральную характеристику фронта работ, которую, в зависимости от уровня опасности и вредности, а также требований к сохранению среды реконструируемого объекта, можно разделить на категории:

- $(O_I^s)$  – неопасные и неопасные условия производства работ без специальных требований к сохранению среды объекта реконструкции (I категория);
- $(O_{II}^s)$  – опасные, вредные условия производства работ или повышенные и жесткие требования к сохранению среды объекта реконструкции (II категория);
- $(O_{III}^s)$  – особенно опасные и вредные условия производства работ (III категория);
- $(O_{IV}^s)$  – особенно жесткие требования к сохранению среды объекта реконструкции (IV категория).

Значение координат  $\{o_{11}^s, o_{12}^s, o_{13}^s, o_{14}^s\}$  (рис. 1), принимаются в пределах:

- $(o_{11}^s)$  – неопасные и неопасные условия производства работ;
- $(o_{12}^s)$  – опасные условия (строительные процессы выполняются в условиях воздействия опасных факторов среды реконструируемого объекта);
- $(o_{13}^s)$  – вредные условия (то же, вредных факторов среды реконструируемого объекта);
- $(o_{14}^s)$  – особенно опасные и вредные условия (строительные процессы выполняются в условиях воздействия особенно опасных и вредных факторов среды реконструируемого объекта).

К основным опасным факторам среды реконструируемого объекта можно отнести: опасность поражения электрическим током, движение автомобильного, железнодорожного и технологического транспорта, работающее оборудование с подвижными частями и рабочими органами, высокотемпературные агрегаты и продуктопроводы и т. п.

Вредными факторами, главным образом, являются: повышенная температура воздуха и скорость его движения, низкая или повышенная относительная влажность и многократность воздухообмена, повышенная температура технологического оборудования, наличие локальных источников теплового и электромагнитного излучения, шум, вибрация, недостаточное освещение, повышенное содержание в воздухе аэрозолей

различного происхождения, водных и органических паров, газов и т.п.

Уровень специальных требований к сохранению среды реконструируемого объекта задается координатами  $\{o_{21}^s, o_{22}^s, o_{23}^s, o_{24}^s\}$  (рис. 1), значения которых принимаются в пределах:

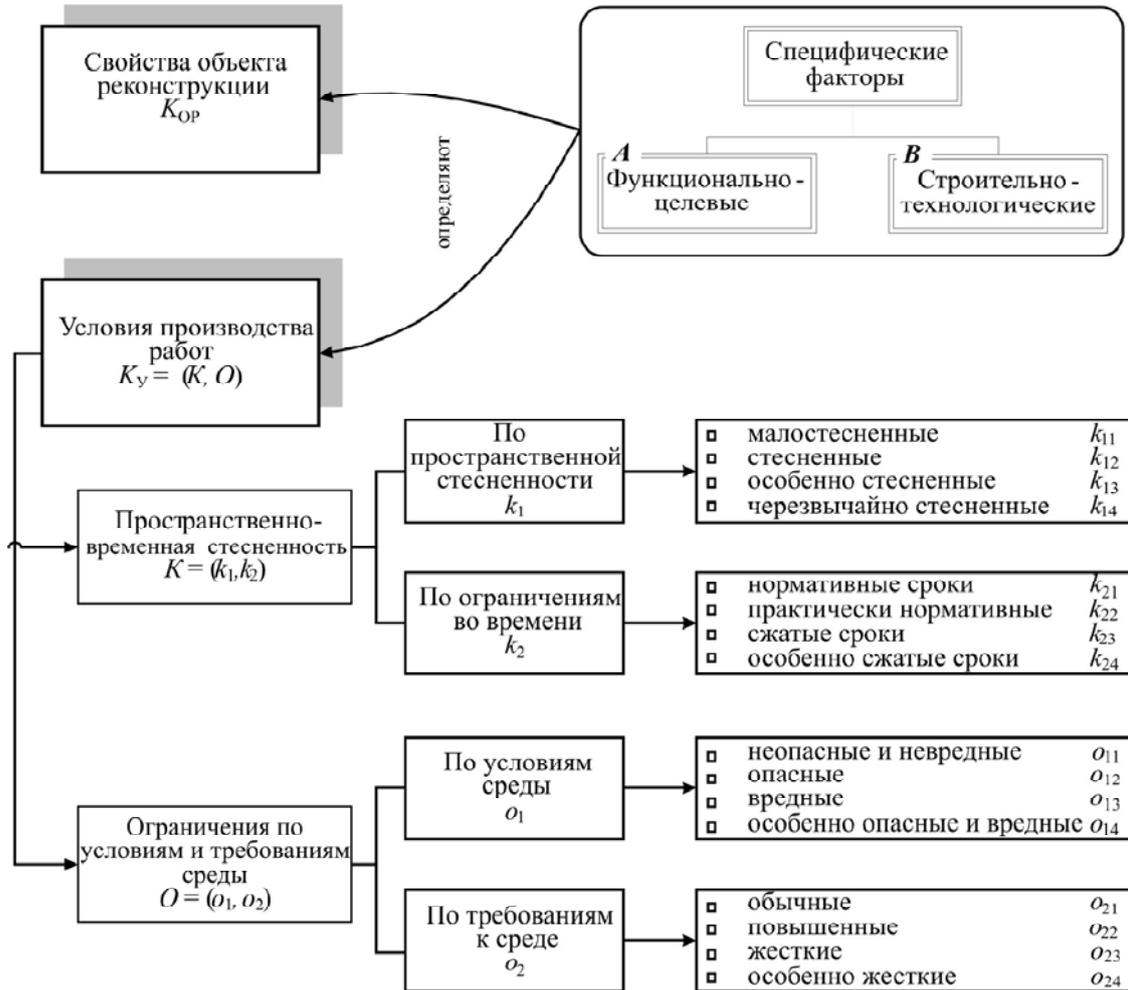
- $(o_{11}^s)$  – обычные требования к сохранению внутренней среды (специальные ограничения на процесс выполнения и методы механизации не накладываются);
- $(o_{12}^s)$  – повышенные требования к сохранению внутренней среды (строительные процессы выполняются в условиях повышенных требований к сохранению среды – по уровню пылеобразования, выделению паров, отработанных газов и т. п.);
- $(o_{13}^s)$  – жесткие требования (то же, в условиях жестких требований к сохранению среды);
- $(o_{14}^s)$  – особенно жесткие требования к сохранению внутренней среды (строительные процессы выполняются в условиях недопущения какого-либо изменения внутренней среды объекта реконструкции).

Пусть категория пространственно-временной стесненности ( $K_\mu^s$ ) задана признаками  $\{k_1^s, k_2^s\}$  с соответствующими координатами  $\{k_{11}^s, k_{12}^s, k_{13}^s, k_{14}^s\}$  и  $\{k_{21}^s, k_{22}^s, k_{23}^s, k_{24}^s\}$ , а категория, определяющая уровень специальных требований к сохранению среды ( $O_v^s$ ) – признакам  $\{o_1^s, o_2^s\}$  с координатами  $\{o_{11}^s, o_{12}^s, o_{13}^s, o_{14}^s\}$  и  $\{o_{21}^s, o_{22}^s, o_{23}^s, o_{24}^s\}$ , то тогда та либо иная комбинация признаков будет описывать системное свойство – уровень сложности условий производства работ  $K_y$ :

$$K_y^I = (K_\mu^s, O_v^s) = (k_1^s, k_2^s, o_1^s, o_2^s) = \begin{pmatrix} \{k_{11}^s, k_{12}^s, k_{13}^s, k_{14}^s\} \\ \{k_{21}^s, k_{22}^s, k_{23}^s, k_{24}^s\} \\ \{o_{11}^s, o_{12}^s, o_{13}^s, o_{14}^s\} \\ \{o_{21}^s, o_{22}^s, o_{23}^s, o_{24}^s\} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Определенные комбинации свойств будут описывать соответствующую категорию сложности условий производства работ ( $K_y^I$ ):

I категория. Умеренной сложности (умеренно стесненные условия и практически нормативные сроки производства работ, неопасные и неопасные условия производства работ без специальных требований к сохранению среды объекта реконструкции):



**Рисунок 1.** Декомпозиция условий производства работ на пространственно-временные параметры и ограничения фронта работ

$$K_y^I = \{K_I^S, O_I^S\}. \quad (4)$$

II категория. Сложные (стесненные условия и сжатые сроки производства работ, опасные, вредные условия производства работ или повышенные и жесткие требования к сохранению среды объекта реконструкции):

$$K_y^{II} = \{K_{II}^S, O_{II}^S\}. \quad (5)$$

III категория. Очень сложные (очень стесненные и труднодоступные условия, сжатые и особенно сжатые сроки производства работ, особенно опасные и вредные условия производства работ или особенно жесткие требования к сохранению среды объекта реконструкции):

$$K_y^{III} = \{K_{III}^S, O_{III}^S \vee O_{IV}^S\}. \quad (6)$$

Таким образом, многообразие условий производства работ при реконструкции зданий и сооружений сведено к научно обоснованному минимуму – трем категориям сложности условий производства работ (табл., рис. 2). Кроме того, это позволяет получить формализованную оценку условий производства работ в зависимости от пространственной и временной стесненности фронта работ и уровня ограничений, определяемые специальными условиями или требованиями реконструируемого объекта.

Уровень сложности условий производства работ при реконструкции промышленной или гражданской застройки ( $K_y^k$ ) устанавливается как упорядоченная совокупность соответствующих категорий сложности – на комплексе

объектов реконструкции, который можно представить функционалом:

$$K_y^k = f(K_y^1, K_y^2, \dots, K_y^1, \dots, K_y^L); l = (1, L), \quad (7)$$

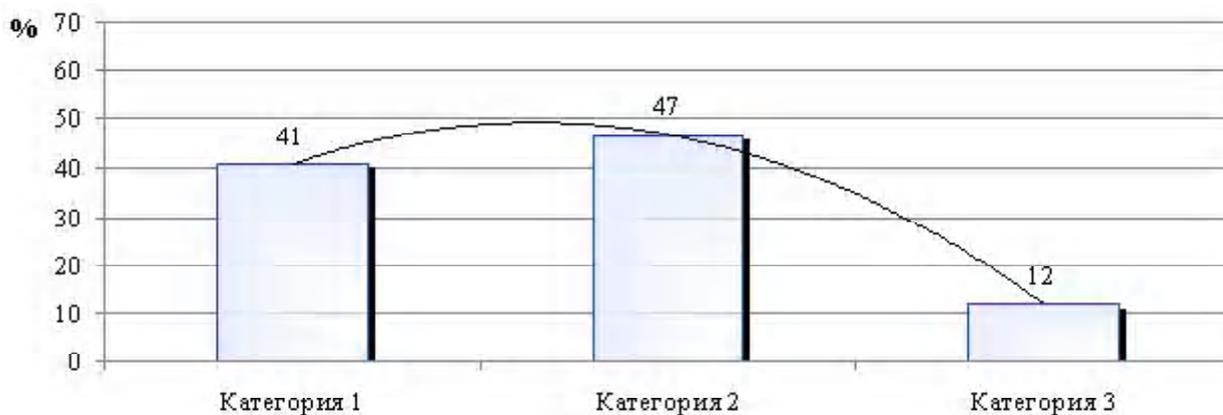
где  $K_y^1, K_y^2, \dots, K_y^1, \dots, K_y^L$  – уровень сложности условий производства работ на соответствующем комплексе объектов, образующий ту либо иную промышленную или гражданскую застройку.

### Заключение

На основании выполненных исследований разработана классификация условий производства работ по категориям сложности, позволяющая, наряду с выше приведенным аналитическим представлением и классификациями, формализовать и свести к минимуму (трем категориям) многообразие условий реконструкции.

**Таблица.** Классификация условий производства работ по категориям сложности при реконструкции зданий, сооружений и их комплексов

Категория (степень) сложности условий производства работ	Совокупность классификационных признаков	
	Признак $\downarrow (K_\mu^s)$	Признак $\downarrow (O_v^s)$
	Уровень пространственно-временной стесненности	Уровень ограничений по условиям и требованиям среды
I категория (умеренной сложности)	Умеренно стесненные условия и практически нормативные сроки производства работ	Неопасные и не вредные условия без специальных требований к сохранению среды
II категория (сложные)	Стесненные условия и сжатые сроки производства работ	Опасные, вредные условия или повышенные и жесткие требования к сохранению среды
III категория (очень сложные)	Очень стесненные и труднодоступные условия, сжатые и особенно сжатые сроки производства работ	Особенно опасные и вредные условия производства работ или особенно жесткие требования к сохранению среды



**Рисунок 2.** Распределение условий производства работ при реконструкции зданий и сооружений.

## Литература

1. Гусаков, А. А. Системотехника в строительстве [Текст] / А. А. Гусаков. — М. : Стройиздат, 1993. — 368 с.
2. Жуков, А. А. Оптимизация технологии и организации строительства [Текст] / А. А. Жуков. — К. : Будівельник, 1977. — 182 с.
3. Завадскас, Э. К. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства [Текст] / Э. К. Завадскас. — Л. : Стройиздат, 1991. — 256 с.
4. Радкевич, А. В. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів [Текст] : монографія / А. В. Радкевич, І. Д. Павлов. — Дніпропетровськ : Свідлер, 2003. — 225 с.
5. Спектор, М. Д. Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства [Текст] / М. Д. Спектор. — М. : Стройиздат, 1980. — 160 с.
6. Сухарев, А. Г. Курс методов оптимизации [Текст] / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — М. : Наука, 1986. — 328 с.
7. Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия [Текст] / В. И. Торкатюк, И. А. Дмитрук, Г. В. Стадник [и др.]. — Х. : ХНАГХ, 2004. — 552 с.
8. Федоренко, К. Г. Эффективность использования капитальных вложений при реконструкции предприятий [Текст] / К. Г. Федоренко, В. А. Нагорный, Н. П. Денисенко. — К. : Будівельник, 1983. — 96 с.
9. Федосова, Е. В. Индустриальные строительнотехнологические системы-ускорители научно-технического прогресса [Текст] / Е. В. Федосова. — К. : Вища шк., 1988. — 165 с.
10. Черненко, В. К. Методы монтажа строительных конструкций [Текст] / В. К. Черненко. — К. : Будівельник, 1982. — 208 с.
11. Шрейбер, К. А. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий [Текст] / К. А. Шрейбер. — М. : Стройиздат, 1990. — 284 с.
12. Эффективные методы монтажа при реконструкции промышленных предприятий [Текст] / [В. Д. Жван, Н. М. Котляр, В. Е. Мартыненко, С. С. Пилиграмм]. — К. : Будівельник, 1990. — 136 с.
13. Осипов, А. Ф. Основные положения методологии формализации факторов, влияющих на технологию реконструкции [Текст] / А. Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збір. — К. : КНУБА, 2013. — Вип. 49. — С. 348–355.
14. Осипов, О. Ф. Систематизація факторів, що впливають на існуючі будинки при здійсненні нового будівництва в умовах щільної міської забудови [Текст] / О. Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збір. — К. : КНУБА, 2009. — Вип. 35. — С. 324–339.
15. Осипов, О. Ф. Технологія будівництва в умовах міської забудови. Класифікація будинків і основ

## References

1. Gusakov, A. A. System engineering in building. Moscow: Stroiizdat, 1993. 368 p. (in Russian)
2. Zhukov, A. A. Optimization of technology and construction planning. Kyiv: Constructor, 1977. 182 p. (in Russian)
3. Zavadskas, E. K. System engineered estimate of technological solution of construction operations. Leningrad: Stroiizdat, 1991. 256 p. (in Russian)
4. Radkevich, A. V.; Pavlov, I. D. Multi-operated models of organization of permanent renovation of objects. Monograph. Dnepropetrovsk: Svidler, 2003. 225 p. (in Ukrainian)
5. Spektor, M. D. Optimization studies of organization and construction methods. Moscow: Stroiizdat, 1980. 160 p. (in Russian)
6. Suharev, A. G.; Timohov, A. V.; Fedorov, V. V. Course of optimization methods. Moscow: Science, 1986. 328 p. (in Russian)
7. Torkatiuk, V. I.; Dmitruk, I. A.; Stadnik, G. V.; Potapov, G. G.; Shutenko, A. L. Optimization of process control of activity of construction company. Kharkiv: KhNAGH, 2004. 552 p. (in Russian)
8. Fedorenko, K. G.; Nagornyi, V. A.; Denisenko, N. P. Utilization efficiency of capital investment while under construction of enterprises. Kyiv: Constructor, 1983. 96 p. (in Russian)
9. Fedosova, E. V. Industrial construction and manufacturing systems are speed-increase units of scientific-technological progress. Kyiv: High School, 1988. 165 p. (in Russian)
10. Chernenko, V. K. Methods of assembly of building structures. Kyiv: Constructor, 1982. 208 p. (in Russian)
11. Shreiber, K. A. Trial design in the process of reconstruction of apartment buildings. Moscow: Stroiizdat, 1990. 284 p. (in Russian)
12. Zhvan, V. D.; Kotliar, N. M.; Martynenko, V. E.; Piligramm, S. S. Efficient techniques of assembly in the process of reconstruction of industrial enterprises. Kyiv: Constructor, 1990. 136 p. (in Russian)
13. Osipov, A. F. Fundamental principles of methodology of formalization of factors, which influence on reconstruction technology. In: *Urban development and land use planning: Research and Technology Collection*. Kyiv: KNUBA, 2013, Issue 49, p. 348–355. (in Russian)
14. Osipov, O. F. Ranging of factors which influence on existent buildings in the process of new construction under the conditions of urdan development. In: *Urban development and land use planning: Research and Technology Collection*. Kyiv: KNUBA, 2009, Issue 35, p. 324–339. (in Ukrainian)
15. Osipov, O. F. Construction method under the conditions of urban development. Classification of buildings and fundamentals by durability to the dynamic effect and changing of stress and strain state. In: *Engineering and technogenic safety:*

за стійкістю до динамічних впливів і зміни напружено-деформованого стану [Текст] /О. Ф. Осипов // Строительство и техногенная безопасность : сб. науч. трудов. — Симферополь : КАПКС, 2010. — Вып. 30. — С. 70–78.

*Edited Volume*. Simferopol: KAPKS, 2010, Issue 30, p. 70–78. (in Ukrainian)

**Осипов Александр Федорович** — кандидат технічних наук, професор; професор кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: технологія реконструкції та реставрації будівель і споруд, будівництво в умовах щільної міської забудови, технологія зведення монолітних будівель і споруд.

**Осипов Александр Федорович** — кандидат технических наук, профессор; профессор кафедры технологии строительного производства Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: технология реконструкции и реставрации зданий и сооружений, строительство в условиях плотной городской застройки, технология возведения монолитных зданий и сооружений.

**Osipov Alexander** — PhD (Eng.), Professor; Technology of Construction Production Department, Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Research interests: technology of buildings reconstruction and restoration, construction in dense urban areas, technology of monolithic buildings.