



процесс подбора обобщенных правил в соответствии с этой последовательностью.

АРПр\_4) Если для каждого этапа последовательности работ не найдены совокупности обобщенных правил, то задействуя БД и другие модули завершить формирование совокупности обобщенных правил.

АРПр\_5) Для каждого обобщенного правила сформировать совокупность метаправил, используя данные.

АРПр\_6) Для определенных метаправил сформировать совокупность формализованных правил.

АРПр\_7) Для формирования документа выполнить в нужной последовательности формализованные правила.

АРПр\_8) Завершить работу.

### Заключение

В данной статье рассмотрены подходы, позволяющие с помощью программы самообучения для автоматизированной системы реализовать одну цель – увеличение скорости работы пользователей.

Рассмотренные подходы для данной цели можно перенести на другие приложения, используя другие базы данных и хранилища.

### Список литературы

1. Уёмов, А.И. Логические основы метода моделирования / А.И. Уёмов. – Москва: Мысль, 1971. – 311 с.
2. Тольяттинский государственный университет: лекции. – Режим доступа: [http://edu.tltsu.ru/sites/sites\\_content/site216/html/media96435/lec1-2.pdf](http://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site216/html/media96435/lec1-2.pdf)

© Д.В. Блувштейн

### Ссылка для цитирования:

Д.В. Блувштейн. К вопросу о создании моделей самообучения программ при человеко-машинном взаимодействии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 121–126.

УДК 004.9: 69.003

DOI: 10.35108/isvp20204(34)126-133

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ОБЪЕКТАХ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*В.С. Гладких*

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*

Целью работы была разработка методики определения коэффициента стесненных условий труда, позволяющей учитывать сочетания различных факторов сложности. В качестве методов использованы иерархические механизмы комплексного оценивания, представляющие собой дерево критериев, описывающее последовательность обобщения частных критериев, в узлах которого расположены матрицы свертки, отражающие правила агрегирования частных критериев. В качестве результата получена оригинальная формула, позволяющая осуществлять комплексное оценивание таких разнородных критериев как масса, количество и габариты инвентаря, необходимого для подготовки рабочего места, а также трудоемкость самого процесса подготовки идеального рабочего места. Показан наглядный пример применения предлагаемой методики в случае слабого освещения рабочего места. Данная методика может быть использована для управления строительными проектами и корректировки стоимости работ при наличии на объекте строительства таковых факторов.

**Ключевые слова:** *строительство, стесненные условия труда, факторы сложности, агрегирование, иерархические механизмы комплексного оценивания.*

## METHODS OF DEFINING THE CONSTRAINED LABOUR CONDITIONS COEFFICIENT FOR MAJOR CONSTRUCTION PROJECTS

*V. Gladkikh*

*Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia*

The object of this study was to develop methods of defining the constrained labour conditions coefficient, with these methods taking into account interaction of various factors of difficulty. Hierarchical mechanisms of complex estimations were used as these methods, which can be represented as a tree of criteria reflecting consecutive generalisation of separate criteria. At the nodes of the tree there are indicator fold matrices reflecting separate criteria aggregation rules. As a result, an original formula was arrived at which facilitates complex estimation of such diverse criteria as mass, quantity and bulk of equipment necessary for preparing an ideally suitable workplace as well as the effort of the preparation process itself. There is an example given to illustrate implementation of the proposed methods in conditions of a weakly illuminated workplace. Should there be factors of this kind at a construction site, the methods may be used in managing construction projects and adjusting operation costs.

**Key words:** *construction, cramped working conditions, inhibiting factors, aggregation, hierarchical rating and controlling mechanisms.*

### Введение

Строительно-монтажные работы могут выполняться при различных условиях, в том числе нестандартных, при которых работы осуществляются в замедленном темпе, или возрастает сложность выполнения работ, это может быть по причине необходимости под-

готовки рабочего места, например, из-за слабого освещения, загроможденности помещения оборудованием или мебелью и т.п. Такие условия принято называть стесненными, а факторы, приводящие к задержкам работы – факторами, стесняющими условия труда.

Например, по данным Макашова Н.В. в объектах реконструкции при производстве работ

порядчику для исполнения основного комплекса работ, необходимо выполнить множество сопутствующих работ, учитывать стесненные условия, невозможность механизировать строительство – использование ручного труда, подбор механизмов индивидуально, использование уникальных установок и средств механизации, использование уникальных технологий строительства [1]. По мнению Пермяковой Е.А., культурно-исторические здания и сооружения зачастую расположены в стесненных условиях городской застройки, в связи с чем, иногда становится невозможным использование известных технологий и подходов к организации строительства, что, несомненно, сказывается на стоимости строительно-монтажных работ [2]. С точки зрения технической направленности данного вопроса Селютин Л.Ф. отмечает следующее – «Проектирование и строительство зданий в условиях стесненной городской застройки занимает особое место в строительной отрасли, что объясняется необходимостью учета многих факторов, в значительной степени определяющих экономическую эффективность окончательных решений» [3]. Обращая внимание на этот вопрос со стороны Заказчика, то, при получении отрицательного экспертного заключения сметчиков Заказчика о правомерности применения стесненных условий труда в сметной документации, как следствие – их не учтут в выполненных работах [4]. Такая ситуация может произойти в том случае, если информация о стесненных условиях отсутствует в ПОС, либо ППР, даже при фактическом наличии таких затрат. Автор разделяет мнение данных научных деятелей, что стесненные условия труда непосредственно влияют на сметную стоимость и время выполнения работ, а значит, требуется учет данных факторов в сметной стоимости [5–7].

Важно отметить, что в настоящее время как в России, так и в других странах, как правило, в нормативно-технических документах и стандартах определен фиксированный перечень условий, стесняющих условия труда, однако на практике работы могут выполняться при одновременном сочетании нескольких факторов сложности. Поэтому требуется разработать универсальную методику комплексного оценивания факторов, стесняющих условия труда. Это определило цель и задачи настоящего исследования.

### Методы

Для учета современных факторов сложности предлагается воспользоваться иерархи-

ческие механизмами комплексного оценивания (далее – МКО). Преимущество МКО среди остальных механизмов состоит в том, что возможна оценка и сопоставление друг с другом гетерогенных критериев, путем перевода их из фазового пространства в квалиметрическое (критериальное), а также возможен учет нелинейного влияния факторов.

Применительно к рассматриваемой задаче предлагается учитывать следующие факторы: масса и габариты инвентаря, необходимого для подготовки рабочего места; его количество, а также трудоемкость подготовительных работ.

Для комплексного оценивания гетерогенных критериев необходимо составить граф в виде бинарного дерева, которое будет показывать последовательность агрегирования частных критериев. Так, предлагается вначале свернуть такие критерии как масса и габариты инвентаря, как наиболее общие. Затем, обобщенный результат свернуть с критерием, соответствующий количеству используемого инвентаря, в результате чего образуется обобщенная оценка – сложность эксплуатации инвентаря, которая в свою очередь сворачивается с трудоемкостью подготовительных работ и в результате образуется единая комплексная оценка, отражающая уровень сложности подготовки рабочего места к выполнению строительно-монтажных работ (рис. 1).

В узлах дерева критериев располагаются матрицы свертки (см. рис. 1), отражающие правила агрегирования частных критериев. Стоит отметить, что при разработке МКО, как правило, используют единую ранговую оценочную шкалу от 1 до 4, где 1 – оценка, отражающая наихудшее качественное состояние критерия, а 4 – наилучшее. В настоящем исследовании принята обратная шкала, но с аналогичным числом градаций (табл. 1). Поэтому матрицы свертки будут иметь размерность  $4 \times 4$ . Каждая матрица свертки представляет собой набор составных правил вывода «Если, то», и учитывает влияние каждого критерия в зависимости от приоритетов, представленных в матрице.

В работах, посвященных исследованию МКО [8–12] принята условность, что начало координат матриц свертки расположено в нижнем правом углу, левый критерий соответствует строкам, правый критериев – столбцам. В настоящем исследовании примем такое же расположение матриц.

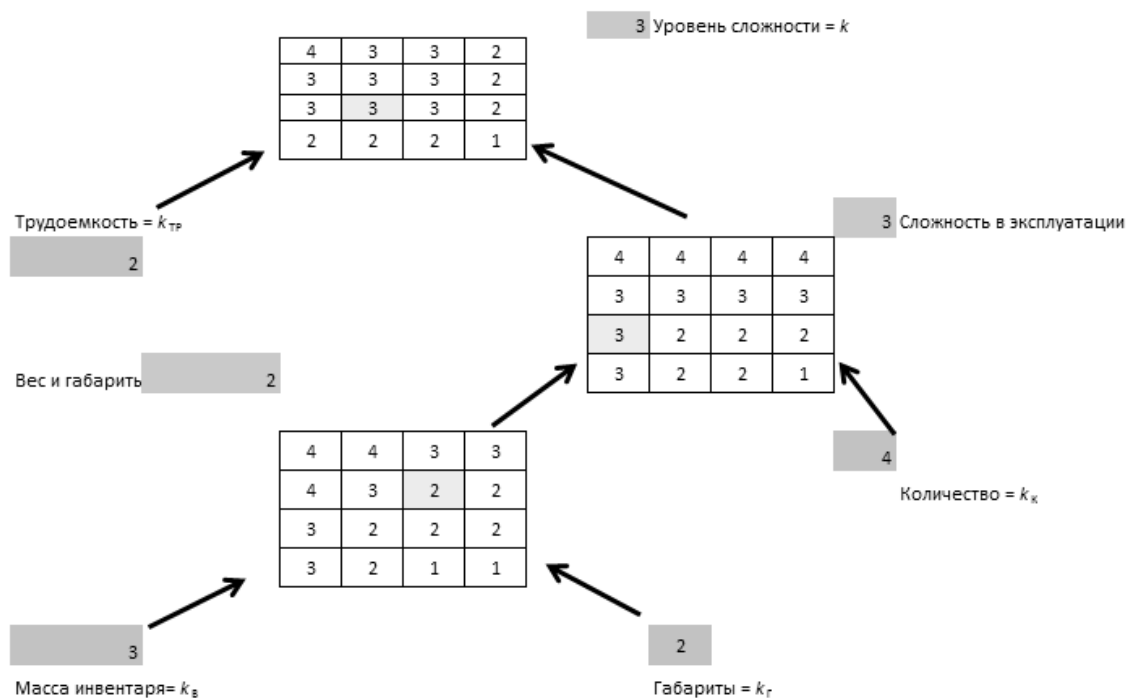


Рис. 1. Дерево критериев комплексного оценивания факторов, стесняющих условия труда, выполнено в Microsoft Excel®

Таблица 1

Описательные шкалы факторов, стесняющих условия труда, и их критериальное представление в ранговой шкале от 1 до 4

№	Значение критерия (балл)	Качественная интерпретация балла	Масса, кг	Габариты, куб. м.	Кол-во, компл.	Трудоемкость, чел-часы
1	1	Фактор, усложняющий работы, имеет место	Низкая	Малые	Малое	Низкая
2	2	Фактор, средне усложняющий работы	Средняя	Средние	Среднее	Средняя
3	3	Фактор, значительно (существенно) усложняющий работы	Высокая	Большие	Большое	Высокая
4	4	Фактор, критически усложняющий работы	Очень высокая	Очень большие	Очень большое	Очень высокая

**Примечание:** конкретные значения по критериям определяются для конкретных условий сложности. Подробный пример представлен в табл. 2

Составные правила вывода формируются в виде каузальных утверждений, например, если масса «высокая» ( $k_v=3$ ), а габариты «средние» ( $k_r=2$ ), то обобщенный фактор «Вес и габариты» относится к числу факторов, средне усложняющих работы ( $k_{вг}=2$ ). Для конкретных условий сложности набор правил также может быть скорректирован.

Представленное на рис. 1 дерево критериев с матрицами свертки описывает 256 возможных сочетаний факторов, стесняющих условия труда.

Комплексное оценивание осуществляется последовательно, сворачивая в каждой матрице свертки пару критериев, полученное значение матрицы свертки используется для свертки на матрице следующего уровня до тех пор, пока не дойдем до единственного комплексного показателя, интерпретируемого как уровень сложности выполнения строительно-монтажных работ. Так, на рисунке 1 серым цветом выделены элементы матриц, соответствующие значениям сворачиваемых в матрице критериев. Например, масса инвентаря высокая ( $k_v=3$ ), а габариты

средние ( $k_{\Gamma}=2$ ), то в матрице выбирается третья строка и второй столбец соответственно относительно нижнего правого угла. В приведенном примере элементу матрицы в третьей строке и втором столбце соответствует значение 2, значит, на матрице следующего уровня будет выбрана 2 строка. Пусть количество инвентаря "очень большое" ( $k_{\kappa}=4$ ), тогда в матрице свертки веса и габарита с количеством выбирается вторая строка и четвертый столбец, которому в рассмотренном примере соответствует оценка 3. Поскольку данная обобщенная оценка стоит справа согласно дереву критериев, то на матрице верхнего уровня будет выбираться третий столбец. В демонстрируемом примере (см. рис. 1) трудоёмкость в критериальном пространстве равна 2 ( $k_{\Gamma P}=2$ ), значит следует выбирать вторую строку. В итоговой матрице на пересечении второй строки и третьего столбца элемент матрицы имеет оценку 3 ( $k=3$ ). Таким образом, уровень сложности, учитывающий рассмотренные факторы в комплексе, определяется как высокий уровень сложности.

В работах [8–12] показаны подходы к непрерывному и нечеткому комплексному оцениванию, применяя которые можно осуще-

ствить комплексное оценивание любых сочетаний факторов, стесняющих условия труда. Таким образом, применение непрерывных механизмов комплексного оценивания позволит учитывать сочетания любых стесняющих факторов, что в итоге дает возможность адекватно оценивать реальные условия сложности.

Для непрерывного комплексного оценивания предлагается использовать аддитивно-мультипликативный подход [11, 12], который записывается с помощью выражений (1)–(7), где  $M^u$  – матрица свертки на  $u$ -м уровне дерева критериев (см. рис. 1),  $k_l$  – оценка левого критерия,  $k_n$  – оценка правого критерия.

Для нахождения значения комплексной оценки стесненного условия труда на 1-ом уровне, необходимо воспользоваться формулой (8).

Значение комплексной оценки на 2-ом уровне будет определяться формулой (9).

Расчет итоговой комплексной оценки на 3-м уровне дерева определяется формулой (10).

Подставив выражение (8) в (9), а его, в свою очередь, в (10), получим искомое уравнение (11), определяющее уровень сложности выполнения строительно-монтажных работ.

$$k^u = j_3^{M^u} + \gamma_{k_n}^{M^u} \cdot (j_4^{M^u} - j_3^{M^u}) + \gamma_{k_l}^{M^u} \cdot (j_5^{M^u} - j_3^{M^u}) + \gamma_{k_n}^{M^u} \cdot \gamma_{k_l}^{M^u} \cdot (j_6^{M^u} + j_3^{M^u} - j_4^{M^u} - j_5^{M^u}), \quad (1)$$

$$\gamma_{k_n}^{M^u} = [k_{M_n^u}] = \text{mod}(k_{M_n^u}, 1), \quad (2)$$

$$\gamma_{k_l}^{M^u} = [k_{M_l^u}] = \text{mod}(k_{M_l^u}, 1), \quad (3)$$

$$j_3^{M^u} = m_{rc} \in M^u \mid r = [k_{M_n^u}]; c = [k_{M_l^u}], \quad (4)$$

$$j_4^{M^u} = m_{rc} \in M^u \mid r = \min([k_n + 1]; 4); c = [k_{M_n^u}], \quad (5)$$

$$j_5^{M^u} = m_{rc} \in M^u \mid r = [k_{M_n^u}]; c = \min([k_{M_n^u} + 1]; 4), \quad (6)$$

$$j_6^{M^u} = m_{rc} \in M^u \mid r = \min([k_{M_n^u} + 1]; 4); c = \min([k_{M_n^u} + 1]; 4), \quad (7)$$

$$k^I(k_B; k_{\Gamma}) = j_3^{M^I} + \gamma(k_B) \cdot (j_4^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_{\Gamma}) \cdot (j_5^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_B) \cdot \gamma(k_{\Gamma}) \cdot (j_6^{M^I} + j_3^{M^I} - j_4^{M^I} - j_5^{M^I}) \quad (8)$$

$$k^{II}(k^I(k_B; k_{\Gamma}); k_{\kappa}) = j_3^{M^{II}} + \gamma(k^I(k_B; k_{\Gamma})) \cdot (j_4^{M^{II}} - j_3^{M^{II}}) + \gamma(k_{\kappa}) \cdot (j_5^{M^{II}} - j_3^{M^{II}}) + \gamma(k^I(k_B; k_{\Gamma})) \cdot \gamma(k_{\kappa}) \cdot (j_6^{M^{II}} + j_3^{M^{II}} - j_4^{M^{II}} - j_5^{M^{II}}). \quad (9)$$

$$k^{III}(k_{\Gamma P}; k^{II}(k^I(k_B; k_{\Gamma}); k_{\kappa})) = j_3^{M^{III}} + \gamma(k_{\Gamma P}) \cdot (j_4^{M^{III}} - j_3^{M^{III}}) + \gamma(k^{II}(k^I(k_B; k_{\Gamma}); k_{\kappa})) \cdot (j_5^{M^{III}} - j_3^{M^{III}}) + \gamma(k_{\Gamma P}) \cdot \gamma(k^{II}(k^I(k_B; k_{\Gamma}); k_{\kappa})) \cdot (j_6^{M^{III}} + j_3^{M^{III}} - j_4^{M^{III}} - j_5^{M^{III}}), \quad (10)$$



$$\begin{aligned}
& k^{III}(k_{TP}; k^{II}(k^I(k_B; k_\Gamma); k_K)) \\
& = j_3^{M^I} + \gamma(k_{TP}) \cdot (j_4^{M^{III}} - j_3^{M^{III}}) + \gamma k^{II}(j_3^{M^{II}} + \gamma(j_3^{M^I} + \gamma(k_B) \cdot (j_4^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_\Gamma) \\
& \cdot (j_5^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_B) \cdot \gamma(k_\Gamma) \cdot (j_6^{M^I} + j_3^{M^I} - j_4^{M^I} - j_5^{M^I})) \cdot (j_4^{M^{II}} - j_3^{M^{II}}) + \gamma(k_K) \\
& \cdot (j_5^{M^{II}} - j_3^{M^{II}}) + \gamma(j_3^{M^I} + \gamma(k_B) \cdot (j_4^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_\Gamma) \cdot (j_5^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_B) \\
& \cdot \gamma(k_\Gamma) \cdot (j_6^{M^I} + j_3^{M^I} - j_4^{M^I} - j_5^{M^I})) \cdot \gamma(k_K) \cdot (j_6^{M^{II}} + j_3^{M^{II}} - j_4^{M^{II}} - j_5^{M^{II}})) \\
& \cdot (j_5^{M^{III}} - j_3^{M^{III}}) + \gamma(k_{TP}) \cdot \gamma(j_3^{M^{II}} + \gamma(j_3^{M^I} + \gamma(k_B) \cdot (j_4^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_\Gamma) \\
& \cdot (j_5^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_B) \cdot \gamma(k_\Gamma) \cdot (j_6^{M^I} + j_3^{M^I} - j_4^{M^I} - j_5^{M^I})) \cdot (j_4^{M^{II}} - j_3^{M^{II}}) + \gamma(k_K) \\
& \cdot (j_5^{M^{II}} - j_3^{M^{II}}) + \gamma(j_3^{M^I} + \gamma(k_B) \cdot (j_4^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_\Gamma) \cdot (j_5^{M^I} - j_3^{M^I}) + \gamma(k_B) \\
& \cdot \gamma(k_\Gamma) \cdot (j_6^{M^I} + j_3^{M^I} - j_4^{M^I} - j_5^{M^I})) \cdot \gamma(k_K) \cdot (j_6^{M^{II}} + j_3^{M^{II}} - j_4^{M^{II}} - j_5^{M^{II}})) \\
& \cdot (j_6^{M^{III}} + j_3^{M^{III}} - j_4^{M^{III}} - j_5^{M^{III}})
\end{aligned} \tag{11}$$

Для количественно измеримых показателей необходимо определить функции приведения, которые в простейшем случае бывают линейными. Функции приведения обычно делят на монотонно возрастающие и монотонно убывающие. В данном исследовании все рассмотренные критерии (см. табл. 1) при росте их значений приводят к росту сложности условий труда, поэтому функции приведения будут монотонно возрастающие:

$$k_i = 3(x_i - x_{i\min}) / (x_{i\max} - x_{i\min}) + 1, \tag{12}$$

где  $x_i$  – это фактическое значение фактора сложности в натуральных единицах измерения,  $x_{i\min}$  – это значение фактора сложности, меньше которого условия считаются не усложненными,  $x_{i\max}$  – это предельно допустимое значение фактора сложности,  $k_i$  – это приведенное значение фактора сложности к шкале 1–4 (критерия сложности).

### Результаты

Рассмотрим пример непрерывного комплексного оценивания сложности условий труда, на примере слабой освещенности рабочего места. В случае слабой освещенности при подготовке к работам требуются инвентарь, приведенный в таблице ниже (табл. 2).

Как видно из табл. 2, каждому фактору определены минимальные и предельно допустимые значения в натуральных единицах измерения. Подставляя фактические значения в функцию приведения (12) по каждому критерию соответственно, мы получим значения в единой шкале от 1 до 4 (в критериальном пространстве):

1.1) Масса инвентаря – фактический вес инвентаря 6,39 (использовано 3м кабеля весом 0,945 кг, светильник марки ЛСП 42-2x40-001 весом 5 кг, 2 лампы 36Вт 82500 TL-D STANDARD 36W/33-640 T8 G13 2850Лм 4000К весом по 0,152 кг каждая (в виду особенности

строения лампы, дополнительный патрон не требуется), скобы в количестве 28 шт. весом 0,141 кг) при минимальном значении – 4,16 кг и максимальном – 33,24 кг будет иметь оценку в критериальном пространстве 1,23:

$$k_B = 3(6,39 - 4,16) / (33,24 - 4,16) + 1 = 1,230;$$

1.2) Габариты инвентаря – фактические габариты инвентаря 0,1365 м<sup>3</sup> (на перечисленный ранее вид инвентаря потребовалось коробка размером 1,3\*0,7\*0,15) при минимальном значении – 0,038 м<sup>3</sup> и максимальном – 0,15 м<sup>3</sup> будет иметь оценку в критериальном пространстве 3,638

$$k_\Gamma = 3(0,1365 - 0,038) / (0,15 - 0,038) + 1 = 3,638;$$

1.3) Количество необходимого инвентаря для подготовки рабочего места – фактическое количество необходимого инвентаря 2 шт., при минимальном значении – 1 шт. и максимальном – 8 шт. будет иметь оценку в критериальном пространстве 1,429

$$k_K = 3(2 - 1) / (8 - 1) + 1 = 1,429;$$

1.4) Трудоемкость подготовки рабочего места – фактическое время на раскладку оснастки 3,2 чел-час, при минимальном значении 2,4 чел-ч., и максимальном – 8 чел-час будет иметь оценку в критериальном пространстве 1,429

$$k_{TP} = 3(3,2 - 2,4) / (8 - 2,4) + 1 = 1,429.$$

Подставив найденные значения в формулу (11) получим комплексную оценку, описывающую уровень сложности ( $k=1,429$ ).

### Практическое применение

Предлагаемая в настоящей работе методика оценки сложности строительно-монтажных работ может применяться при управлении строительным проектом, а также для корректировки стоимости строительно-монтажных работ при наличии в проекте организации строительства таковых фактов.



Таблица 2  
Критерии и их параметры для комплексной  
оценки фактора сложности  
«Слабая освещенность рабочего места»

№ п/п	Наименование критерия	Входящие элементы	Формула расчета	Всего
1	Масса инвентаря	Кабель	0,315 кг * 3м	0,945 кг
		Скобы	0,005 кг * 24 шт.	0,12 кг
		Подвесной патрон	0,05 кг * 1 шт.	0,05 кг
		Лампа	0,04 кг * 1 шт.	0,04 кг
		Светильник	3 кг * 1 шт.	3 кг
	Итого			4,155 кг
	MIN	4,155 кг		
MAX	33,24 кг			
2	Габариты инвентаря	1 коробка	0,42*0,33*0,27	0,038 м3
	Итого			0,038 м3
	MIN	0,038 м3		
	MAX	0,15 м3		
3	Количество необходимого инвентаря для подготовки рабочего места	Кабель	1 компл.	1 компл.
		Скобы	1 компл.	1 компл.
		Подвесной патрон	1 шт.	1 шт.
		Лампа	1 шт.	1 шт.
		Светильник	1 шт.	1 шт.
	Итого			5 шт.
	MIN	от 1 до 2-х компл.		
MAX	свыше 7-ми компл.			
4	Трудоёмкость подготовки рабочего места	ЕНиР23.1-3-1-02-Г	0,16 чел-час на 1 м*5 шт.	0,8
		ЕНиР23.1-3-2-01-Б	0,125 чел-час на 1 м*5 шт.	0,625
		ЕНиР23.1-17-1-01	0,14 чел-час на 1 шт.*5 шт.	0,7
		ЕНиР23.1-17-2-01	0,03 чел-час на 1 лампу*5 шт.	0,15
		ЕНиР23.1-17-2-03	0,03 чел-час на 1 светильник*5 шт.	0,15
	Итого			2,4 чел-час
	MIN	2,4 чел-час		
MAX	8 чел-час			

Существующие группы стесненных условий труда и соответствующие корректирующие коэффициенты приведены ниже:

- 1) монтажные работы в горной местности – размер коэффициентов от 1,25 до 1,5;
- 2) вредные условия труда (t воздуха, содержание ПДК в воздухе) – размер коэффициентов от 1,25 до 2,3;
- 3) производство монтажных работ в подземных условиях – размер коэффициентов от 1,68 до 3,0;
- 4) среднестатистические условия труда – размер коэффициентов от 1,1 до 1,35.

В настоящем исследовании рассмотрим среднестатистические условия труда, для которых диапазон значений корректирующего коэффициента на стесненные условия труда составляет 1,10–1,35. При этом предлагаемая методика может быть адаптирована и к специфическим условиям, таким как выполнение работ в горной местности, в подземных условиях и при вредных условиях труда.

Для перевода получившегося значения уровня сложности из шкалы 1–4 в диапазон значений корректирующего коэффициента, необходимо использовать следующее выражение [13]:

$$K_j = \left( \frac{k_j - k_1}{k_2 - k_1} \right) \cdot (K_2 - K_1) + K_1, \quad (13)$$

где  $K_j$  – искомый коэффициент стесненных условий труда  $j$ -ого вида работ,  $k_j$  – комплексная оценка, отражающая уровень сложности  $j$ -ого вида работ,  $K_1$  и  $K_2$  – минимальное и максимальное значения коэффициента сложности  $j$ -ого вида работ, планируемые к применению (в данном исследовании 1,10 и 1,35 соответственно),  $k_1$  и  $k_2$  – минимальное и максимальное значения комплексной оценки сложности  $j$ -ого вида работ (в данном исследовании 1 и 4 соответственно).

Так, для рассмотренного примера получается следующий коэффициент:

$$K_j = (1,429 - 1) / (4 - 1) \cdot (1,35 - 1,10) + 1,10 = 1,136.$$

Несмотря на то, что подобные вычисления могут быть выполнены в уже существующих программных продуктах семейства Декон (Бизнес-декон [14], web-Бизнес-декон [15]), автором создан аналог программного модуля на базе электронных таблиц Microsoft Excel® (рис. 2).

Как видно на рис. 2 при заданных значениях критериев с точностью до трех знаков после запятой комплексная оценка получается равной 1,429, при переводе ее в значения от 1,10 до 1,35, коэффициент фактора сложности составляет 1,136.

Слабая освещенность объекта						Минимальное значение	Максимальное значение
№	Критерии, определяющие сложность подготовки рабочего места	ед.изм.	Значение	Регулятор количества	Приведенное значение		
1	Масса инвентаря	кг.	6,39	<input type="text" value="6,39"/>	1,23	4,16	33,24
2	Габариты инвентаря	куб.м.	0,1365	<input type="text" value="0,1365"/>	3,638	0,038	0,15
3	Количество необходимого инвентаря для подгото	шт.	2	<input type="text" value="2"/>	1,429	1	8
4	Трудоемкость подготовки рабочего места	чел.ч.	3,2	<input type="text" value="3,2"/>	1,429	2,4	8
Уровень сложности		1,429		k			
Коэффициент сложности		1,136		K=(K <sub>1</sub> -K <sub>2</sub> )(k-1)/3+K <sub>1</sub>			
K <sub>1</sub>		1,1					
K <sub>2</sub>		1,35					

Рис. 2. Расчет значения коэффициента фактора сложности, при фактических значениях комплексной оценки в Microsoft Excel®

### Заключение

Для проверки предлагаемой методики была проведена серия вычислительных экспериментов, при которых оценивались самые простые стесняющие условия, для которых комплексная оценка равнялась 1,0, а значение коэффициента фактора сложности 1,1 соответственно, и наоборот, осуществлялось комплексное оценивание действительно очень сложных условий труда, по результатам комплексного оценивания которых получалась максимальная комплексная оценка 4,0, и, как следствие, максимальное значение фактора сложности – 1,35.

На текущий момент с помощью предложенной методики определены коэффициенты сложности для таких условий как «Слабая

освещенность объекта», который показан в настоящей статье, а также «Запыленность, коррозионный налет, налет природного происхождения и другие образования, приводящие к предварительной очистке объекта перед выполнением работ», «Необходимость второго и последующих выездов специалистов из-за невозможности предоставления полных и достоверных исходных данных для определения фронта работ», «Необходимость сбора и предоставления документов (технических паспортов) на технику (машины, механизмы), используемую на объекте, в связи со спецификой объекта». До настоящего исследования для приведенных выше условий коэффициентов сложности определено не было.

### Список литературы

1. Макашов Н.В. Влияние качества организационно-технологической документации на сметную стоимость объектов реконструкции / Н.В. Макашов, Е.Н. Леонова, И.Г. Осипенкова // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сборник статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей. – Пермь: ИП Сигитов Т.М., 2017. – С. 20–28.
2. Пермякова, Е.А. Особенности реконструкции объектов исторического культурного наследия / Е. А. Пермякова // Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: материалы III Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 16 марта – 17 апреля 2018 г.). – Новосибирск: ООО "Центр развития научного сотрудничества", 2018. – С. 201–206.
3. Селютин, Л.Ф. Особенности проектирования каркаса здания с автостоянкой в цокольной части в условиях стесненной застройки. / Л.Ф. Селютин, Е.Г. Емельянова, С.А. Цветаева // Региональная архитектура и строительство. – 2018. – № 4(37). – С. 211–220.
4. Ковалева, А. М. Порядок проведения контроля в строительстве / А. М. Ковалева, А. С. Семёнов, Ю. А. Ряховский // ИТпортал. – 2016. – № 1(9). – 7 с. - URL: <https://itportal.ru/science/economy/poryadok-provedeniya-kontrolya-v-st/> (дата обращения: 21.11.2020).
5. Гладких, В.С. Проблемы современного ценообразования в строительстве / В.С. Гладких, А.Н. Гуреева // Российский экономический интернет-журнал. – 2017. – № 3. – 16 с. – URL: [http://www.e-rej.ru/Articles/2017/Gladkikh\\_Gureeva.pdf](http://www.e-rej.ru/Articles/2017/Gladkikh_Gureeva.pdf) (дата обращения: 16.11.2020).
6. Гуреев, К.А. Проблема несоответствия сметной стоимости строительно-монтажных работ рыночной / К. А. Гуреев, В. С. Гладких // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2017. – Т. 7, № 4. – С. 40–51.
7. Гладких, В.С. Способы учёта фактических трудовых затрат в сметных нормативах / В. С. Гладких, К. А. Гуреев // Инновационные подходы в современной науке : сб. ст. по материалам XV междунар. науч.-практ. конф. (М., февр. 2018 г.). – М.: ООО "Интернаука", 2018, № 3(15). – С. 119–123.
8. Харитонов, В.А. Технологии современного менеджмента / В.А. Харитонов, А.А. Белых; под науч. ред. В.А. Харитонova. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 190 с.
9. Харитонов, В.А. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания с топологической интерпретацией матриц свертки / В.А. Харитонов, И.Р.Винокур, А.А. Белых // Управление большими системами. – 2007. – Вып. 18 – С. 129–140.
10. Мартиросян, Н.О. Непрерывные матричные свертки в задачах прединвестиционного анализа проектов / Н.О. Мартиросян, Д.Е. Попов, И.Г. Табункин, В.А. Харитонов // Актуальные проблемы автоматизации и управления : тр. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения заслуж. деятеля науки и техники РФ проф. Г. С. Черноуцко, 75[70]-летию Южно-Урал. гос. ун-та, 50-летия каф. систем упр. (Челябинск, 5–7 июня 2013 г.). – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. ун-та, 2013. – С. 352–355.

11. Alekseev, A. Rating and Control Mechanisms Design in the Program Research of Dynamic Systems / A. Alekseev, A. Salamatina, T. Kataeva // 21st IEEE Conference on Business Informatics. – New York, Tokyo, Los Alamos: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 96-105. – DOI 10.1109/CBI.2019.10103.

12. Алексеев, А.О. Комплексное оценивание сложных объектов в условиях неопределенности / А. О. Алексеев // Прикладная математика и вопросы управления. – 2019. – № 2. – С. 103–131.

13. Гуреев, К.А. Развитие методологии и методических основ измерения трудоемкости работ специалистов с учетом факторов сложности / К.А. Гуреев, Е.Г. Гуреева // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 11-2 (76-2). – С. 560–564.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014660537 «Автоматизированная система комплексного оценивания объектов с возможностью выбора нечёткой процедуры свёртки в соответствии со степенью неопределённости экспертной информации о параметрах их состояния» / А.О. Алексеев, М.И. Мелехин, Р.Ф. Шайдулин, В.А. Харитонов (РФ) – Зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 09 октября 2014 года (РФ).

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016660758 «Программный модуль экспериментального исследования устойчивости матричного анонимного обобщённого медианного механизма к стратегическому поведению агентов» / А.О. Алексеев, М.И. Мелехин, Р.Ф. Шайдулин, В.С. Спирина, Н.А. Коргин, В.О. Корепанов (РФ) – Зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 21 сентября 2016 года (РФ).

© В.С. Гладких

#### Ссылка для цитирования:

В.С. Гладких. Методика определения коэффициента стесненных условий труда на объектах капитального строительства // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 126–133.

УДК 519.688

DOI: 10.35108/isvp20204(34)133–139

## ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБЩЕДОМОВЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ

*М.Г. Костиков В.В. Миронов*

*Рязанский государственный радиотехнический университет, г. Рязань, Россия*

Рассматривается комплексная задача формализации и реализации на практике принципов расчета стоимости жилищно-коммунальных услуг на основе данных общедомовых приборов учета. Приводятся и анализируются преимущества фактического расчета над нормативным расчетом. Рассматриваются три основных варианта ведения расчета, при использовании общедомовых приборов учета: абоненты не оборудованы, абоненты частично оборудованы и абоненты полностью оборудованы индивидуальными приборами учета. Предлагаются алгоритмы и реализация вычислений на основе параметрической модели в автоматизированной расчетной системе. Вводятся понятия периода начисления и периода учета. Приводятся результаты практической апробации решения. **Целью работы** является построение динамической модели ведения расчета и стоимости коммунальной услуги на основе данных общедомовых приборов учета и построение механизма приведения модели в соответствие с изменяемым законодательством.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, расчет стоимости жилищно-коммунальных услуг, индивидуальные и общедомовые приборы учета.

## PRINCIPLES OF IMPLEMENTATION OF CALCULATION COST OF COMMUNAL SERVICES WITH USING COLLECTIVE METERING DEVICES IN AN AUTOMATED SYSTEM

*M.G. Kostikov, V.V. Mironov*

*Ryazan state radio engineering university, Ryazan, Russia*

The complex task of formalizing and putting into practice the principles of calculating the cost of housing and communal services based on data from common-use metering devices is considered. The advantages of the actual calculation over the standard calculation are given and analyzed. Three basic calculation options are considered when using common-house metering devices: subscribers are not equipped, subscribers are partially equipped and subscribers are fully equipped with individual metering devices. Algorithms and implementation of calculations based on a parametric model in an automated calculation system are proposed. The concepts of the accrual period and the accounting period are introduced. The results of practical testing of the solution are presented and analyzed. The aim of the work is to build a dynamic model for calculating and the cost of utilities based on data from common house metering devices and to build a mechanism to bring the model into line with the changing legislation.

**Key words:** automated system, calculation of the cost of housing and communal services, individual and general metering devices.

### Введение

В связи с последними изменениями в Жилищном кодексе общее имущество (подъезды, лестничные клетки, чердаки и т. д.) многоквартирного дома является собственностью жильцов. Это приводит к расширению зоны их ответственности, в том числе появлению необходимости платы за услуги по содержанию и обслуживанию общедомового имущества. При этом собственно расчет может

быть не столь точен и эффективен, если он основан на усредненных нормативных величинах, не отражающих текущие климатические условия, наружное состояние дома и т. д., что особенно важно для таких ресурсов как отопление и горячая вода [1]. С другой стороны, и абоненты и ресурсоснабжающие организации заинтересованы в том, чтобы методология, используемая в расчете, была эффективна и наиболее полно отражала реальные затраты