

УДК 693. 546

к.т.н., професор Осипов А.Ф.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ

Изложены основы параметризации строительно-технологических характеристик объектов реконструкции, позволяющей выполнить формализацию факторов при построении моделей.

Ключевые слова: Параметризация, строительно-технологические характеристики, классификации, факторы, реконструкция.

Основой математической формализации и моделирования строительных процессов и исследования эффективности является представление влияющих факторов 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].

Под объектом реконструкции будем понимать искусственное сооружение (здание, сооружение) или их упорядоченную совокупность (промышленная или гражданская застройка) находящееся *в стадии своего преобразования* под новое назначение, функцию, нагрузки или *в стадии усовершенствования* под новые требования технико-экономического, санитарно-технического, теплотехнического, экологического или иного характера.

Процесс преобразования объекта реконструкции будем относить собственно *к реконструкции* (в том числе, расширению промышленного предприятия), а *процесс усовершенствования* – *к модернизации* объекта (техническому перевооружению промышленного предприятия).

Объект реконструкции постоянно изменяет свои свойства и степень готовности, так как он находится в непрерывном процессе постепенной реализации проекта реконструкции, обуславливающего постоянное изменение условий и технологии производства работ и организационно-технологических ограничений.

Методологической основой параметризации и классификации объектов реконструкции является представление *свойств данных объектов* в виде упорядоченной системы идеализированных классификационных признаков и категорий [1].

Разработка и обоснование системы классификационных признаков и категорий осуществляется на основе:

а) учета изменчивости свойств элементов и объекта реконструкции в целом на периодах жизненного цикла и организационно-технологических этапах его реконструкции (рис. 1);

б) систематизации и обобщения строительно-технологических характеристик объектов реконструкции с выделением *характерных признаков*;

в) представления объектов реконструкции в виде сложной инженерной системы (рис. 2), состоящей из строительно-технологических элементов (строительных, инженерно-технических и технологических частей), определяющих то либо иное доминирующее его свойство – *категорию*.

Для любого объекта реконструкции, независимо от его назначения, основной функции и уровня взаимосвязей можно выделить следующие основные периоды жизненного цикла: I. Строительство (реконструкция, ремонт или реставрация) и ввод в эксплуатацию объекта; II. Эксплуатация объекта по назначению; III. Постановка на реконструкцию; IV. Реконструкция объекта.

При строительстве и вводе объекта в эксплуатацию (I-й период) образуется исходный комплекс свойств (ИС) строительно-технологических элементов и объекта в целом, которые характеризуются такими исходными свойствами – признаками.

Группа признаков С. Уровень прочности и устойчивости *конструктивных элементов* (несущие конструкции): (c_1^{st}) – вид напряженно-деформированного состояния (характер статической работы элемента); (c_2^{st}) – уровень несущей способности (вид и прочность материала, расчетные характеристики); (c_3^{st}) – уровень долговечности (механическая и динамическая прочность, износоустойчивость, коррозионная, огневая и тепловая стойкость материала конструкции, запас конструктивной массивности).

Таким образом, совокупность свойств $C_i^{st} = \{c_1^{st}, c_2^{st}, c_3^{st}\}$ определяет исходное i -е интегральное свойство конструктивных элементов, которое в зависимости от вида напряженно-деформированного состояния, уровня несущей способности и долговечности можно разделить на *категории*: (C_I^{st}) – очень прочные и устойчивые конструкции (I категория); (C_{II}^{st}) – прочные и устойчивые конструкции (II категория); (C_{III}^{st}) – конструкции малой прочности и устойчивости (III категория).

Группа признаков S. Уровень жесткости и пространственной устойчивости *несущего остова*: (s_1^{st}) – вид конструктивной схемы (жесткой, условно жесткой); (s_2^{st}) – вид конструктивной системы (массивная, каркасная, облегченная); (s_3^{st}) – уровень прочности и устойчивости несущих конструкций (C_i^{st}) .

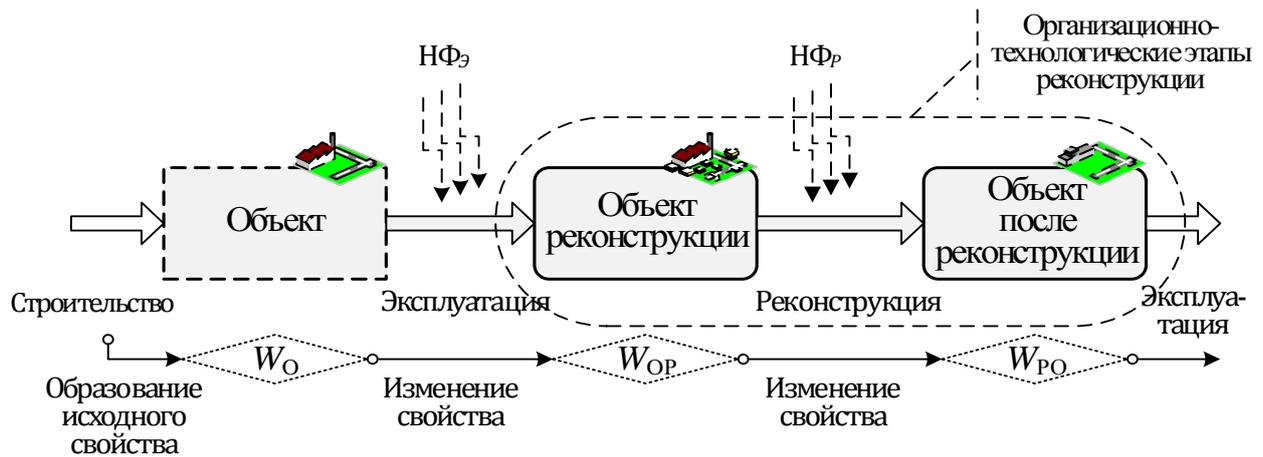


Рис 1. Периоды жизненного цикла объекта реконструкции:

$НФЭ$ и $НФР$ – негативные факторы в период, соответственно, эксплуатации и реконструкции объекта;

W_0 , W_{OP} и W_{PO} – свойства объекта на период, соответственно, его ввода в эксплуатацию, постановку на реконструкцию и ввода в эксплуатацию по завершению реконструкции

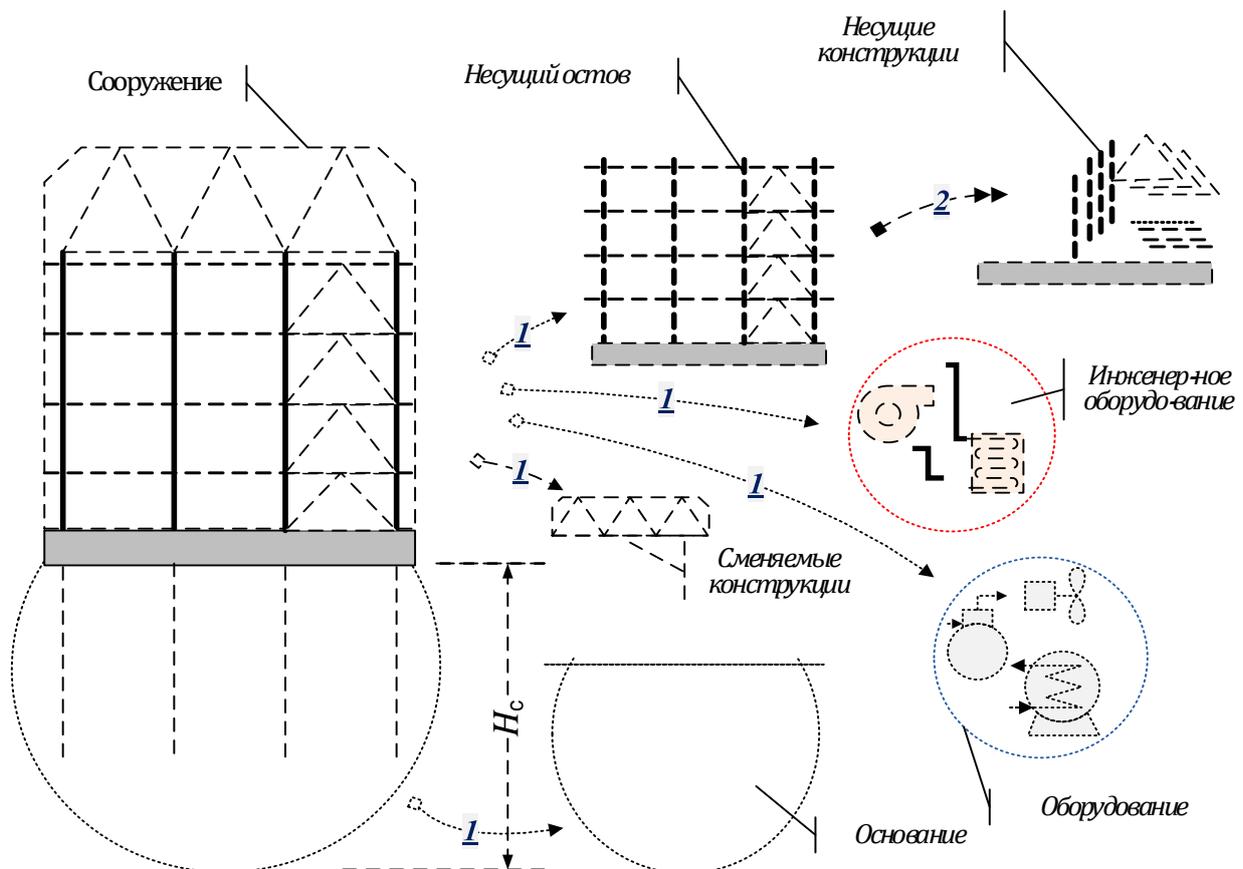


Рис. 2. Декомпозиция здания на строительно-технологические элементы:

1, 2 – уровни декомпозиции;

H_c – толщина сжимаемой толщи

Та либо иная комбинация свойств $S_j^{st} = \{s_1^{st}, s_2^{st}, s_3^{st}\}$ определяет исходную j -ю категорию общей жесткости и пространственной устойчивости остова здания, сооружения.

Группа признаков G . Уровень прочности и структурной устойчивости грунтового основания: (g_1^{st}) – вид и состояние грунтового основания (прочность, плотность, гранулометрический состав, влажность, консистенция и т.п.); (g_2^{st}) – тип грунта основания по структурной прочности. Комбинация свойств $G_k^{st} = \{g_1^{st}, g_2^{st}\}$ определяет исходную k -ю категорию прочности и структурной устойчивости грунтового основания здания, сооружения.

Совокупность свойств-категорий конструктивных элементов C_i^{st} , несущего остова S_j^{st} и грунтового основания G_k^{st} определяют исходное l -е интегральное свойство здания, сооружения (W_0^l), которое можно представить в виде n -мерного векторного пространства:

$$W_0^l = (S_j^{st}, G_k^{st}) = \left(\begin{array}{c} \{s_{j1}^{st}, s_{j2}^{st}, s_{j3}^{st}\} \\ \{g_{k1}^{st}, g_{k2}^{st}\} \end{array} \right) \quad (1)$$

На протяжении периода эксплуатации объекта (II-й период жизненного цикла, см. рис. 1) происходит постепенное изменение свойств объекта вследствие воздействия на конструктивные элементы, несущий остов и грунты основания неблагоприятных факторов природного и техногенного происхождения.

Воздействие неблагоприятных факторов обуславливает *постепенное или одномоментное изменение* свойств конструктивных элементов, несущего остова и грунтов основания и сопровождается образованием повреждений различного происхождения.

Выполненный анализ повреждений на объектах-представителях [2 – 4] позволил установить, что, несмотря на значительное разнообразие видов зданий, сооружений, а также конструктивных элементов их составляющих, вся их возможная совокупность классифицируется на процессы и явления, изменяющиеся (рис. 3):

- а) несущую способность конструкций и грунтов основания;
- б) пространственную устойчивость конструкции и несущего остова.

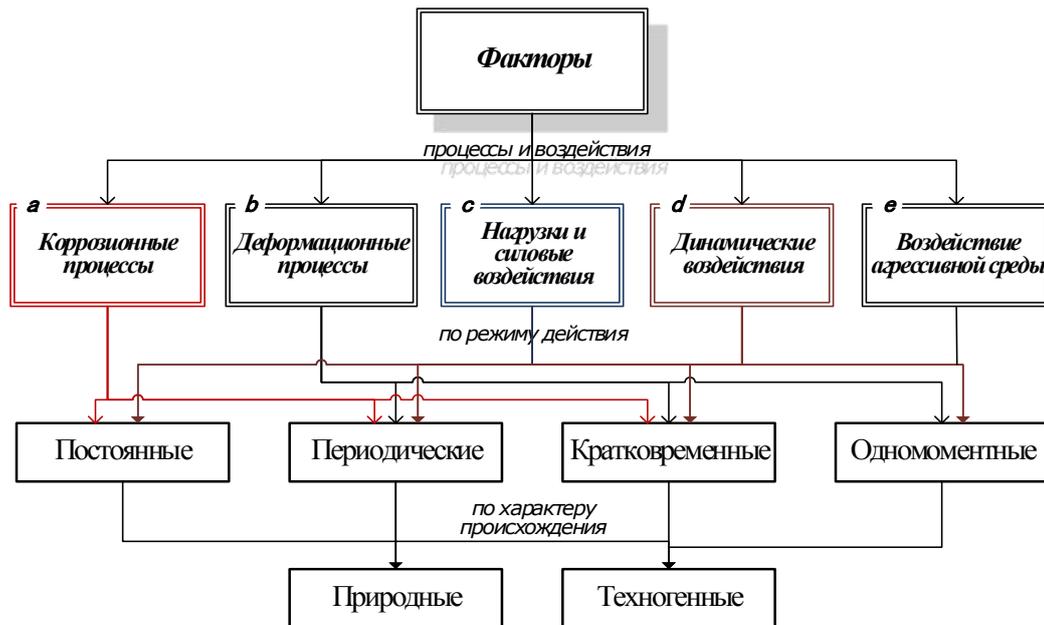


Рис. 3. Классификация внешних неблагоприятных факторов, действующие на конструкции и грунты основания в период эксплуатации зданий, сооружений

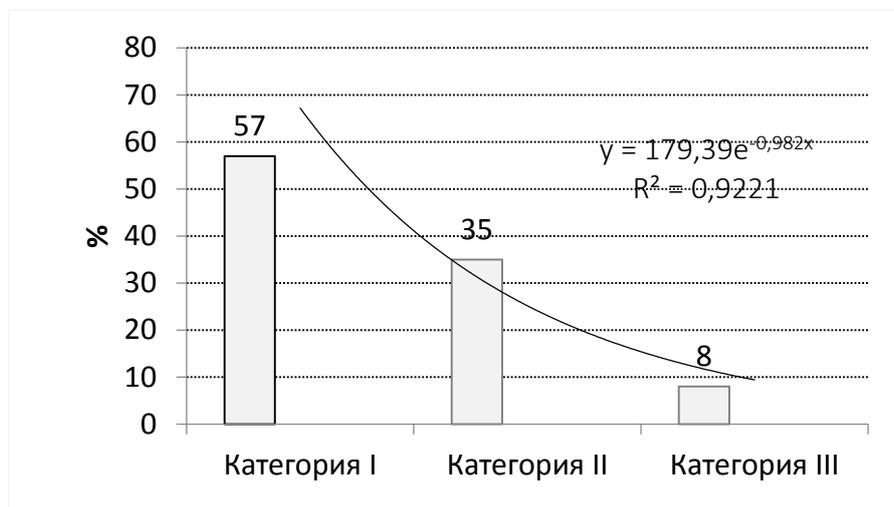
Выполненными исследования основных процессов и воздействий, действующих на конструктивные элементы и грунты основания в период эксплуатации зданий и сооружений установлено, что характер изменения свойств конструктивных элементов, несущего остова и грунтов основания ($W_0 \rightarrow W_{op}$) можно вполне корректно оценить следующими признаками: а) для конструктивных элементов: степень ослабления пространственной устойчивости; степень повреждения конструкции; уровень технического состояния (физического износа); б) для несущего остова: степень ослабления пространственной жесткости и устойчивости; в) для грунтового основания: степень ослабления прочности и структурной устойчивости [2-5].

Тогда, группа признаков С (уровень прочности и устойчивости конструктивных элементов) дополнится такими координатами-векторами: (c_4^{st}) – степень ослабления пространственной устойчивости конструкции (c_{41}^{st} – незначительная, c_{42}^{st} – средняя, c_{43}^{st} – существенная); (c_5^{st}) – степень повреждения конструкции (c_{51}^{st} – слабое, c_{52}^{st} – среднее, c_{53}^{st} – сильное); (c_6^{st}) – уровень технического состояния (c_{61}^{st} – хороший, c_{62}^{st} – удовлетворительный, c_{63}^{st} – неудовлетворительный, c_{64}^{st} – аварийный, c_{65}^{st} – непригодный).

Таким образом, интегральное свойство конструктивных элементов i -го объекта реконструкции на момент постановки его на реконструкцию можно представить вектором:

$$C_{ip}^{st} = \{c_1^{st}, c_2^{st}, c_3^{st}, c_4^{st}, c_5^{st}, c_6^{st}\}. \quad (2)$$

Категория прочности и устойчивости конструкций (табл. 1) устанавливается с учетом ее исходной прочности и устойчивости (C_i^{st}) и той либо иной комбинации признаков ($c_4^{st}, c_5^{st}, c_6^{st}$), учитывающих степень ее ослабления, повреждения и техническое состояние. Пример распределения конструкций по категориям прочности и устойчивости представлен на рис. 4.



← Рис. 4. Распределение конструкций жилых зданий по категориям прочности и устойчивости [2]

Степень ослабления пространственной устойчивости конструкций устанавливается по качественным признакам – наличие, характер и объем повреждения опорной части и узлов сопряжения конструкций, изменение геометрии, формы, разрушение связей и другие повреждения, обуславливающие снижение их устойчивости или изменяющие напряженно-деформированное состояние, конструктивную схему.

Группа признаков S (уровень жесткости и пространственной устойчивости несущего остова) дополнится координатой-вектором:

(s_4^{st}) – степень ослабления пространственной жесткости и устойчивости (s_{41}^{st} – незначительная, s_{42}^{st} – средняя, s_{43}^{st} – существенная).

Тогда, интегральное свойство несущего остова здания, сооружения на момент постановки его на реконструкцию можно представить вектором:

$$\begin{cases} S_{ip}^{st} = \{s_1^{st}, s_2^{st}, s_3^{st}, s_4^{st}\}, \\ s_3^{st} = C_{ip}^{st}, \end{cases} \quad (3)$$

где C_{ip}^{st} – категория прочности и устойчивости несущих конструкций на момент постановки объекта на реконструкцию (с учетом повреждений и дефектов, см. табл. 1).

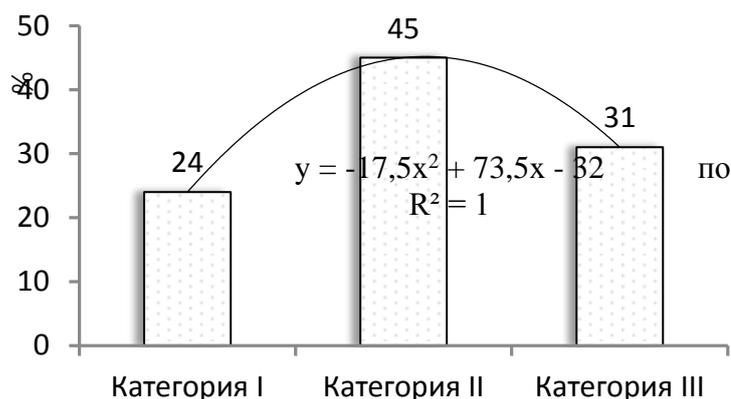
Таблиця 1

Классификация несущих конструкций по категории прочности и устойчивости

Категория прочности и устойчивости	Тип конструкции (исходная категория прочности и устойчивости)	Признак \downarrow (c_4^{st})		Критерий	Признак \downarrow (c_6^{st})		Показатель		Признак \downarrow (c_5^{st})	Показатель
		Степень ослабления пространственной устойчивости	Незначительное		Наличие, характер и объем повреждения опор и сопряжений	Техническое состояние	Физический износ, %	Степень повреждения		
I категория (прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые (I категория)	Незначительное	Отсутствуют повреждения	Хорошее и удовлетворительное		Слабое	до 15			
	Очень прочные и устойчивые (I категория)	Среднее	Отдельные повреждения несистематического характера	Неудовлетворительное	до 40	Среднее	до 25			
II категория (прочные и устойчивые)	Прочные и устойчивые (II категория)	Незначительное	Отсутствуют повреждения	Хорошее и удовлетворительное	до 40	Слабое	до 15			
	Очень прочные и устойчивые (I категория)	Существенное	Систематические повреждения	Аварийное	61 и выше	Сильное	до 50			
III категория (не достаточно прочные и устойчивые)	Прочные и устойчивые (III категория)	Среднее	Отдельные повреждения несистематического характера	Неудовлетворительное	до 41 – 60	Среднее	до 25			
	Малой прочности и устойчивости (III категория)	Незначительное	Отсутствуют повреждения	Хорошее и удовлетворительное	до 40	Слабое	до 15			

Категория жесткости и пространственной устойчивости несущего остова (табл. 2) устанавливается с учетом его исходной конструктивной схемы и системы (s_1^{st}, s_2^{st}) , текущей категории прочности и устойчивости несущих конструкций, его образующего $(s_3^{st} = C_{iP}^{st})$, и той либо иной комбинации признаков $(s_4^{st} = \{s_{41}^{st}, s_{42}^{st}, s_{43}^{st}\})$, учитывающих ослабления его жесткости и пространственной устойчивости. Пример распределения несущих остовов по категориям жесткости и пространственной устойчивости представлен на рис. 5.

Рис. 5. Распределение несущих остовов массивных жилых зданий категории жесткости и пространственной устойчивости [6]



В период эксплуатации зданий и сооружений изменяются также и свойства грунтового основания, вследствие влияния природных и техногенных факторов. При этом может изменяться структура грунта, химический состав, влажность, плотность и другие свойства, которые, как правило, обуславливают снижение его прочности и структурной устойчивости. Вид и состояние грунтового основания (g_1^{st}) , тип грунта основания по структурной прочности (g_2^{st}) характеризуются новыми величинами (параметрами), та либо иная комбинация которых $G_{kP}^{st} = \{g_1^{st}, g_2^{st}\}$ определяет текущую, на момент начала реконструкции, категорию прочности и структурной устойчивости грунтового основания здания, сооружения.

Таким образом, интегральное свойство объекта реконструкции (W_{OP}^l) , определяется совокупностью свойств несущего остова S_{jP}^{st} , несущих конструкций C_{iP}^{st} (интегрированы в свойства несущего остова) и грунтового основания G_{kP}^{st} и может быть представлено в виде n -мерного векторного пространства:

$$W_{OP}^l = (S_{jP}^{st}, G_{kP}^{st}) = \left(\begin{matrix} \{s_{j1}^{st}, s_{j2}^{st}, s_{j3}^{st}, s_{j4}^{st}\}, \\ \{g_{k1}^{st}, g_{k2}^{st}\} \end{matrix} \right) \quad (4)$$

Таблица 2

Классификация несущих остовов зданий, сооружений по категориям жесткости и пространственной устойчивости		Совокупность классификационных признаков			
		Признак \downarrow (S_1^{st})	Признак \downarrow (S_2^{st})	Признак \downarrow (C_{IP}^{st})	Признак \downarrow (S_4^{st})
Категория жесткости и пространственной устойчивости остова	Конструктивная схема	Конструктивная система	Категория прочности и устойчивости несущих конструкций	Степень ослабления жесткости и устойчивости остова	Критерий \downarrow Наличие и характер повреждения вертикальных и горизонтальных связей
	Жесткой конструктивной схемы	Каркасная, каркасно-панельная, оболочечная и стеновая с продольными и поперечными несущими стенами из железобетона или армированной каменной кладки	I категория (прочные и устойчивые)	<i>Незначительное</i>	
I категория (жесткий и устойчивый)	Жесткой конструктивной схемы	Тоже	I категория (прочные и устойчивые)	<i>Среднее</i>	Отдельные повреждения не систематического характера
	Условно жесткой конструктивной схемы	Крупнопанельная, крупноблочная, стеновая с продольными или поперечными несущими стенами из неармированной каменной кладки	II категория (достаточно прочные и устойчивые)	<i>Незначительное</i>	Отсутствуют повреждения
II категория (относительно жесткий и устойчивый)	Жесткой конструктивной схемы	Каркасная, каркасно-панельная, оболочечная и стеновая с продольными и поперечными несущими стенами из железобетона или армированной каменной кладки	I категория (прочные и устойчивые)	<i>Существенное</i>	Повреждения систематического характера
	Условно жесткой конструктивной схемы	Крупнопанельная, крупноблочная, стеновая с продольными или поперечными несущими стенами из неармированной каменной кладки	II категория (достаточно прочные и устойчивые)	<i>Среднее</i>	Отдельные повреждения не систематического характера
	Не жесткой и условно жесткой конструктивной схемы	Фахверковая облегченная, сборно-щитовые, деревянные и другие из облегченных сборных конструкций, стеновая с продольными или поперечными несущими стенами малой прочности	III категория (не достаточно прочные и устойчивые)	<i>Незначительное</i>	Отсутствуют повреждения
III категория (относительно не жесткий и устойчивый)	Жесткой конструктивной схемы	Каркасная, каркасно-панельная, оболочечная и стеновая с продольными и поперечными несущими стенами из железобетона или армированной каменной кладки	I категория (прочные и устойчивые)	<i>Существенное</i>	Повреждения систематического характера
	Условно жесткой конструктивной схемы	Крупнопанельная, крупноблочная, стеновая с продольными или поперечными несущими стенами из неармированной каменной кладки	II категория (достаточно прочные и устойчивые)	<i>Среднее</i>	Отдельные повреждения не систематического характера
III категория (относительно не жесткий и устойчивый)	Не жесткой и условно жесткой конструктивной схемы	Фахверковая облегченная, сборно-щитовые, деревянные и другие из облегченных сборных конструкций, стеновая с продольными или поперечными несущими стенами малой прочности	III категория (не достаточно прочные и устойчивые)	<i>Незначительное</i>	Отсутствуют повреждения
	Условно жесткой конструктивной схемы	Крупнопанельная, крупноблочная, стеновая с продольными или поперечными несущими стенами из неармированной каменной кладки	II категория (достаточно прочные и устойчивые)	<i>Среднее</i>	Отдельные повреждения не систематического характера

Комбинация доминантных свойств несущего остова и грунтового основания описывает соответствующую (на момент постановки объекта на реконструкцию) *категорию прочности и устойчивости объекта реконструкции (здания, сооружения) как инженерной системы W_{OP}^l* (табл. 3):

Таблица 3

Классификация зданий, сооружений по категориям прочности и устойчивости

Категория (степень) прочности и устойчивости	Совокупность классификационных признаков			
	Признак $\downarrow (W_0^l)$		Признак $\downarrow (S_{jP}^{st})$	Признак $\downarrow (G_{kP}^{st})$
	Тип здания, сооружения (степень исходной прочности и устойчивости)	Класс капитальности	Категория (степень) жесткости и устойчивости остова	Категория (степень) прочности и устойчивости грунтов основания
I (очень прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые	I–II	I категория (жесткий и устойчивый)	I категория (очень прочные и устойчивые) или II категория (прочные и средней прочности, устойчивые и средней устойчивости)
	Очень прочные и устойчивые	I–II	I категория (жесткий и устойчивый)	III категория (средней прочности, малой структур- ной устойчивости)
II (прочные и устойчивые)	Прочные и устойчивые	III–IV	II категория (достаточно жесткий и устойчивый)	I категория (очень прочные и устойчивые) или II категория (прочные и средней прочности, устойчивые и средней устойчивости)
	Очень прочные и устойчивые	I–II	I категория (жесткий и устойчивый)	IV категория (малопрочные, и структурно не устойчивые)
III (относительно прочные и устой- чивые)	Прочные и устойчивые	III–IV	II категория (достаточно жесткий и устойчивый)	III категория (средней прочности, малой структур- ной устойчивости)
	Относительно прочные и устой- чивые	V–VI	III категория (относительно жесткий и устойчивый)	I–IV категория
	Очень прочные и устойчивые	I–II	I категория (жесткий и устойчивый)	IV категория (малопрочные, и структурно не устойчивые)

Категория прочности и устойчивости здания (сооружения) (W_{OP}^l) в целом определяет *степень преобразования несущих конструкций и грунтов* основания в процессе выполнения реконструкции – структуру и объемы работ по усилению и (или) переустройству (замена, возведение) несущих конструкций и грунтов основания. Это могут быть строительно-монтажные работы по закреплению или стабилизации грунтов основания, усилению и укреплению фундаментов,

усилению или (и) переустройству несущих конструкций, устройство связей, диафрагм, а также комплекс специальных работ по устройству временного охранного усиления.

Степень преобразования сменяемых конструкций (ограждающих конструкций), инженерного и технологического оборудования, сетей и коммуникаций зависит от уровня их физического и морального износа и обуславливает соответствующую структуру и объемы строительного-монтажных работ по их замене, переустройству или (и) усилению.

Тогда, степень преобразования сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования учтем введением соответствующих свойств-признаков.

Группа признаков F. Уровень переустройства сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования: (f_1^{st}) – уровень физического износа сменяемых конструкций; (f_2^{st}) – уровень физического износа инженерного оборудования и сетей; (f_3^{st}) – уровень физического износа технологического оборудования и коммуникаций. Совокупность свойств $F_n^{st} = \{f_1^{st}, f_2^{st}, f_3^{st}\}$ определяет n -е интегральное свойство сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования, которое, в зависимости от уровня их физического износа, можно разделить на *категории*: (F_I^{st}) – умеренное переустройство сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования (I категория); (F_{II}^{st}) – существенное переустройство сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования (II категория); (F_{III}^{st}) – полное переустройство сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования (III категория).

Таким образом, категория прочности и устойчивости здания (W_{OP}^l) и уровень переустройства сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования (F_n^{st}) совместно образуют новое n -е свойство – *уровень преобразования (трансформации) здания* (T_{OP}^l), которое можно выразить n -мерным вектором вида:

$$T_{OP}^l = (W_{OP}^l, F_n^{st}) = (S_{jP}^{st}, G_{kP}^{st}, F_n^{st}) = \begin{pmatrix} \{s_{j1}^{st}, s_{j2}^{st}, s_{j3}^{st}, s_{j4}^{st}\}, \\ \{g_{k1}^{st}, g_{k2}^{st}\}, \\ \{f_{n1}^{st}, f_{n2}^{st}, f_{n3}^{st}\}. \end{pmatrix} \quad (5)$$

Определенные комбинации соответствующих свойств будут описывать соответствующую (на момент постановки объекта на реконструкцию) *категорию уровня преобразования (трансформации) здания* (T_{OP}^l):

I категория. *Умеренное преобразование.* Класс капитальности – I – II-й; при комбинации свойств-категорий несущего остова, грунтового основания и сменяемых конструкций: $T_{OP}^I = (S_{IP}^{st}, G_{IP}^{st} \vee G_{IIP}^{st}, F_I^{st} \vee F_{II}^{st})$;

II категория. *Существенное преобразование*. Класс капитальности – I – II-й или III – IV-й; при комбинации свойств-категорий несущего остова, грунтового основания и сменяемых конструкций:
$$\begin{cases} T_{OP}^{II} = (S_{IP}^{st}, G_{III}^{st}, F_{III}^{st}), \\ T_{OP}^{II} = (S_{II}^{st}, G_I^{st} \vee G_{II}^{st}, F_{II}^{st}); \end{cases}$$

III категория. *Полное преобразование*. Класс капитальности – I – II-й, III – IV-й или V – VI-й; при комбинации свойств-категорий несущего остова, грунтового основания и сменяемых конструкций:
$$\begin{cases} T_{OP}^{III} = (S_{IP}^{st}, G_{IVP}^{st}, F_{III}^{st}), \\ T_{OP}^{III} = (S_{II}^{st}, G_{III}^{st}, F_{II}^{st} \vee F_{III}^{st}), \\ T_{OP}^{III} = (S_{III}^{st}, \forall G_i^{st}, \forall F_n^{st}). \end{cases}$$

На организационно-технологических этапах реконструкции (IV период жизненного цикла, см. рис. 1) свойства объекта реконструкции изменяются ($W_{OP} \rightarrow W_{PO}$) под воздействием: а) целенаправленных (проектных) действий – выполнения строительных процессов; б) неблагоприятных и вредных факторов и процессов природного и техногенного происхождения – атмосферных и природных процессов, механических, физических и иных воздействий в процессе выполнения реконструкции здания, сооружения или их комплекса.

Способность зданий и сооружений, и их частей воспринимать неблагоприятные и вредные факторы и процессы без существенного изменения своих свойств в целом зависит от такого интегрального свойства здания, как его прочность и устойчивость (W_{OP}^l), а степень его прочности и устойчивости (категория) – определяет уровень специальных организационно-технологических мероприятий и работ.

Тогда, уровень специальных организационно-технологических мероприятий и работ принимаем как *группу признаков* Q : (q_1^{st}) – уровень специальных строительно-монтажных работ (CP ; структура и объемы работ, направленные на обеспечение прочности и устойчивости несущих конструкций и всего здания в целом в процессе его реконструкции, а также на исключение отрицательного влияния неблагоприятных и вредных факторов и процессов на конструктивные элементы и грунты основания); (q_2^{st}) – уровень режимных исследований и мониторинга (MP ; технические, гидрогеологические, геофизические, геодезические и другие исследования и изыскания, мониторинг деформаций, технического состояния, геологических и гидрогеологических условий и т.п.); (q_3^{st}) – уровень научного сопровождения (HC ; научно-техническое, патентное, конструкторско-испытательское, историко-архитектурное, археологическое, строительно-технологическое и иное сопровождение). Совокупность свойств $Q_m^{st} = \{q_1^{st}, q_2^{st}, q_3^{st}\}$ определяет m -й уровень специальных организационно-технологических мероприятий и работ – *категорию*: (Q_I^{st}) – умеренный объем специальных организационно-технологических мероприя-

тий и работ (I категория); (Q_{II}^{st}) – существенный объем специальных организационно-технологических мероприятий и работ (II категория); (Q_{III}^{st}) – полный комплекс специальных организационно-технологических мероприятий и работ (III категория).

Таким образом, категория прочности и устойчивости здания (W_{OP}^l) и уровень переустройства сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования (F_n^{st}) совместно с уровнем специальных организационно-технологических мероприятий и работ (Q_m^{st}) будут определять системное свойство – *уровень сложности объекта реконструкции* (K_{OP}), которое можно выразить n -мерным вектором вида:

$$K_{OP}^l = (T_{OP}^l, Q_m^{st}) = (S_{jP}^{st}, G_{kP}^{st}, F_n^{st}, Q_m^{st}) = \begin{pmatrix} \{s_{j1}^{st}, s_{j2}^{st}, s_{j3}^{st}, s_{j4}^{st}\}, \\ \{g_{k1}^{st}, g_{k2}^{st}\}, \\ \{f_{n1}^{st}, f_{n2}^{st}, f_{n3}^{st}\}, \\ \{q_1^{st}, q_2^{st}, q_3^{st}\}. \end{pmatrix} \quad (6)$$

Определенные комбинации свойств будут описывать соответствующую *категорию сложности объекта реконструкции* (K_{OP}^l), табл. 4:

I категория. *Умеренной сложности* (умеренное преобразование объекта реконструкции I категории прочности и устойчивости, малой чувствительности к динамическим нагрузкам и деформациям, при умеренном объеме специальных организационно-технологических мероприятий и работ):

$$K_{OP}^I = \begin{cases} T_{OP}^I = (S_{IP}^{st}, G_{IP}^{st} \vee G_{IIP}^{st}, F_I^{st} \vee F_{II}^{st}), \\ Q_I^{st}; \end{cases} \quad (7)$$

II категория. *Средней сложности* (существенное преобразование объекта реконструкции II категории прочности и устойчивости, чувствительного к динамическим нагрузкам и деформациям, при существенном объеме специальных организационно-технологических мероприятий и работ):

$$K_{OP}^{II} = \begin{cases} T_{OP}^{II} = (S_{IP}^{st}, G_{IIP}^{st}, F_{III}^{st}), \\ T_{OP}^{II} = (S_{II}^{st}, G_I^{st} \vee G_{II}^{st}, F_{II}^{st}), \\ Q_{II}^{st}; \end{cases} \quad (8)$$

Таблиця 4

Классификация зданий, сооружений по категориям сложности

		Совершенство классификационных признаков				
Категория (степень сложности)	Признак $\downarrow (T_{OP}^I)$	Критерии \downarrow		Признак $\downarrow (Q_m^{st})$		
		Уровень преобразования (трансформации) здания	уровень прочности и устойчивости здания (W_{OP}^I)	уровень переустройства сменяемых конструкций, инженерного и технологического оборудования (F_n^{st})	Уровень специальных организационно-технологических мероприятий и работ	Критерий \downarrow
I категория (умеренной сложности)	Умеренное преобразование	Очень прочные и устойчивые	Очень прочные и устойчивые		Умеренный объем	уровень чувствительности к динамическим нагрузкам и деформациям
II категория (средней сложности)	Существенное преобразование	Очень прочные и устойчивые	Очень прочные и устойчивые	Умеренное переустройство	Существенный объем	Малочувствительные
III категория (большой сложности)	Полное преобразование	Прочные и устойчивые	Прочные и устойчивые	Существенное переустройство	Полный комплекс	Чувствительные
		Относительно прочные и устойчивые	Относительно прочные и устойчивые	Полное переустройство		Очень чувствительные

III категория. *Большой сложности* (полное преобразование объекта реконструкции III категории прочности и устойчивости, очень чувствительного к динамическим нагрузкам и деформациям, при полном комплексе специальных организационно-технологических мероприятий и работ):

$$K_{\text{OP}}^{\text{III}} = \begin{cases} T_{\text{OP}}^{\text{III}} = (S_{\text{IP}}^{\text{st}}, G_{\text{IVP}}^{\text{st}}, F_{\text{III}}^{\text{st}}), \\ T_{\text{OP}}^{\text{III}} = (S_{\text{II}}^{\text{st}}, G_{\text{III}}^{\text{st}}, F_{\text{II}}^{\text{st}} \vee F_{\text{III}}^{\text{st}}), \\ T_{\text{OP}}^{\text{III}} = (S_{\text{III}}^{\text{st}}, \forall G_i^{\text{st}}, \forall F_n^{\text{st}}), \\ Q_{\text{III}}^{\text{st}}. \end{cases} \quad (9)$$

На основании выполненных исследований разработана классификация зданий и сооружений по категориям сложности, позволяющей, наряду с выше приведенным аналитическим представлением и классификациями, формализовать и свести к минимуму (трем категориям) многообразие объектов реконструкции, в зависимости от их сложности, прочности и устойчивости и иных свойств, а также и их комплексов (промышленной и гражданской застройки) – как системы объектов разной сложности.

Литература

1. Осипов А.Ф. Основные положения методологии формализации факторов, влияющих на технологию реконструкции /А. Ф. Осипов// Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К.: КНУБА, 2013. – Вип. 49. – С. 348-355.
2. Осипов О.Ф. Систематизація факторів, що впливають на існуючі будинки при здійсненні нового будівництва в умовах щільної міської забудови/ О.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К.: КНУБА, 2009. – Вип. 35. – С. 324-339.
3. Осипов О.Ф. Технологія будівництва в умовах міської забудови. Класифікація будинків і основ за стійкістю до динамічних впливів і зміни напружено-деформованого стану/ О.Ф. Осипов // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2010. – Вып. 30. – С. 70-78.
4. Осипов О.Ф. Дослідження будівельно-технологічних характеристик існуючих будинків старої міської забудови / О.Ф. Осипов, І.Т. Гладун// Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 38. – С. 279-284.
5. Осипов О.Ф. Дослідження стійкості поруч розташованих будинків до динамічних впливів та зміни напружено-деформованого стану основ і конструкцій / О.Ф. Осипов, І.Т. Гладун // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К.: КНУБА, 2011. – Вип. 39. – С. 306-311.

6. Осипов А.Ф. Особенности объемно-планировочных и конструктивных характеристик реконструируемых жилых зданий г. Киева / А.Ф. Осипов, С.Ф. Акимов// Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2002. – Вып. 6. – С. 260-265.

Анотація

У статті викладені основи параметризації будівельно-технологічних характеристик об'єктів реконструкції, що дозволяє виконати формалізацію чинників при побудові моделей.

Ключові слова: Параметризація, будівельно-технологічні характеристики, класифікації, фактори, реконструкція.

Annotation

The article describes the basics of construction and parameterization of the technological characteristics of objects reconstruction, allowing for the formalization of the influencing factors in the construction of models.

Keywords. Parameterization, construction and technological characteristics, classification, factors, reconstruction.