

УДК 69.059.25:725.94

к.т.н., доцент **Осипов С. А.**,

osypov.so@knuba.edu.ua, код ORCID: 0000-0002-5851-3517

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

## **ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОБЩИХ СВОЙСТВ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ КАК ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА**

Аннотация: изложены основы формализации общих свойств памятника архитектуры, включающие общую постановку задачи и концепцию ее решения. Приведены разработанные классификации основных свойство-образующих элементов памятников архитектуры, позволяющие адекватно описывать его текущее системное свойство как объекта строительства и, на этой основе, выбирать множество возможных методов его реставрации, обеспечивающих гарантированное сохранение идентичности конструктивных элементов и памятника архитектуры в целом.

Ключевые слова: формализация, технология, реставрация, категории, памятники архитектуры.

В основе любой проводимой реставрации лежат гарантии сохранения идентичности памятника архитектуры – сохранение, воссоздание его исходных свойств с заданной, проектной надежностью. Под общими свойствами памятника архитектуры понимаются его основные функциональные, архитектурно-эстетические, исторические характеристики и параметры, а также его объемно-планировочные и конструктивные решения.

Та либо иная комбинация характеристик и параметров памятника архитектуры определяет его текущее состояние и множество возможных технологий его реставрации с высокими технико-экономическими показателями.

Поэтому в основе формирования системы возможных технологий реставрации памятников архитектуры лежат проектные процедуры определения его характеристичных параметров, адекватно описывающих текущее системное свойство памятника как объекта строительства.

Общие свойства памятника архитектуры, как искусственного сооружения, преимущественно описываются системой разнородных качественных параметров и характеристик, такими как, например, функциональное назначение памятника, его конструктивная система и схема, габаритная схема, вид несущего остова, состояние конструкций и др.

Формализация общих свойств объектов реставрации, в отмеченных выше условиях, возможна на основе обобщения, категорирования, информации о

свойствах реставрируемого памятника архитектуры – разработкой взаимосвязанной системы классификаций его основных свойство-образующих элементов.

В качестве таких элементов приняты: 1) прочность и устойчивость несущих конструкций; 2) жесткость и пространственная устойчивость несущего остова памятника; 3) прочность и структурная устойчивость грунтов основания; 4) прочность и устойчивость памятника архитектуры в целом; 5) сложность памятника архитектуры (объекта реставрации). То либо иное свойство объекта реставрации, как соответствующая категория, устанавливаются по результатам предпроектных исследований конструкций и памятника архитектуры в целом.

Категория прочности и устойчивости несущих конструкций устанавливается на основе совместного анализа их исходной категории прочности и устойчивости, степени ослабления пространственной устойчивости, а также степени повреждения массива конструкций и их общего технического состояния (табл. 1).

*Исходная категория прочности и устойчивости* несущих конструкций памятника архитектуры зависит от вида ее напряженно-деформированного состояния (характера статической работы), уровня несущей способности (вид и прочность материала, расчетные характеристики) и ее долговечности (механическая и динамическая прочность, износоустойчивость, коррозионная, огневая и тепловая стойкость материала конструкции, запас конструктивной массивности) и может быть представлена следующими категориями:

- очень прочные и устойчивые конструкции (I категория);
- прочные и устойчивые конструкции (II категория);
- конструкции малой прочности и устойчивости (III категория).

*Степень ослабления пространственной устойчивости* несущих стен и фундаментов, арочных конструкций и сводов, с учетом прогнозируемого повреждения в период их реставрации, устанавливается по критерию – наличие и объем повреждения вертикальных и горизонтальных связей, опорной части и массива реставрируемых конструкций, обуславливающие снижение их устойчивости или изменяющие их напряженно-деформированное состояние, конструктивную схему. Это могут быть:

*распорные конструкции и своды:*

- изменение геометрии свода или арки;
- разрушение или смещение (вертикальное или (и) горизонтальное) опорной части арок и сводов;
- трещины со смещением плоскостей в опорной части и в крайней  $\frac{1}{4}$  пролета арок и сводов;

- продольные и продольно-радиальные трещины в  $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{3}$  пролета арок и сводов (возможно «опрокидывание»);
- разрывы, коррозия или выдергивание связей, анкеров;
- вертикальные и наклонные трещины в кладке каменных столбов;
- размягчение и расслоение массива кладки столбов с обрушением наружной версты и оголением забутовочных рядов и другие дефекты;

*стены:*

- наклон, искривление, перекося несущих стен и простенков;
- сквозные вертикальные и наклонные трещины на участках сопряжения продольных и поперечных стен;
- разрушение или смещение горизонтальных дисков перекрытий;
- разрывы, коррозия или выдергивание связей, анкеров;
- вертикальные и наклонные трещины в кладке каменных простенков;
- размягчение и расслоение массива кладки стен и простенков с обрушением верстовых и оголением забутовочных рядов и другие дефекты;

*фундаменты:*

- неравномерные осадки, искривление, перекося или крен фундаментов;
- горизонтальные, горизонтально-вертикальные, угловые, радиально-угловые и другие смещения фундаментов с проектного положения (сдвиг фундаментов).

*Техническое состояние* реставрируемых конструкций устанавливается по правилам определения физического износа [1], в соответствии с признаками, оценивающими степень повреждения и наличие тех либо иных дефектов в конструкциях.

*Степень повреждения конструкций*, с учетом прогнозируемого повреждения в период их реставрации, устанавливается по потере ими несущей способности, и которая (степень), в зависимости от процента снижения несущей способности (процент снижения несущей способности определяется поверочными расчетами с учетом имеющихся повреждений и дефектов), может быть:

- слабое повреждение – потеря несущей способности до 15 %;
- среднее – до 25 %;
- сильное – 50 %.

Степень повреждения каменных конструкций может быть установлена по упрощенной методике – по рекомендациям ЦНИИСК им. Кучеренко [2].

Категория жесткости и пространственной устойчивости *несущего остова* памятника архитектуры (табл. 2) устанавливается с учетом его исходной категории жесткости и пространственной устойчивости (определяется его исходной конструктивной схемой (жесткая, условно жесткая) и конструктивной

системой (массивная, каркасная, облегченная)), текущей категории прочности и устойчивости несущих конструкций, его образующего (см. табл. 1) и степенью ослабления пространственной жесткости и устойчивости остова памятника архитектуры.

Таблица 1

Классификация несущих конструкций памятников архитектуры  
по категории прочности и устойчивости

Категория прочности и устойчивости	Тип конструкции (исходная категория прочности и устойчивости)	Степень ослабления пространственной устойчивости	Критерий	Техническое состояние	Показатель физического износа, %	Степень повреждения	Показатель
			Наличие и объем повреждения связей, опорной части и массива конструкции				Процент снижения несущей способности, %
I категория (прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые (I категория)	Незначительное	Отсутствуют повреждения	Хорошее и удовлетворительное	до 40	Слабое	до 15
II категория (достаточно прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые (I категория)	Среднее	Отдельные повреждения	Неудовлетворительное	41–60	Среднее	до 25
	Прочные и устойчивые (II категория)	Незначительное	Отсутствуют повреждения	Хорошее и удовлетворительное	до 40	Слабое	до 15
III категория (не достаточно прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые (I категория)	Существенное	Массовые повреждения	Аварийное	61 и выше	Сильное	до 50
	Прочные и устойчивые (II категория)	Среднее	Отдельные повреждения	Неудовлетворительное	41–60	Среднее	до 25
	Малой прочности и устойчивости (III категория)	Незначительное	Отсутствуют повреждения	Хорошее и удовлетворительное	до 40	Слабое	до 15

Таблица 2

Классификация несущих остовов памятников архитектуры по категориям жесткости и пространственной устойчивости

Категория жесткости и пространственной устойчивости	Классификационные признаки				
	Исходная жесткость и пространственная устойчивость		Категория прочности и устойчивости несущих конструкций	Степень ослабления жесткости и устойчивости остова	Критерий
	Конструктивная схема	Конструктивная система			
I категория (жесткий и устойчивый)	Жесткой конструктивной схемы	Оболочечная и стеновая с продольными и поперечными несущими стенами из железобетона или армированной каменной кладки, каркасная, каркасно-панельная	I категория (прочные и устойчивые)	Незначительное	Отсутствуют повреждения
II категория (достаточно жесткий и устойчивый)	Жесткой конструктивной схемы	Тоже	I категория (прочные и устойчивые)	Среднее	Отдельные повреждения не систематического характера
	Условно жесткой конструктивной схемы	Стеновая с продольными или поперечными несущими стенами из неармированной каменной кладки, крупнопанельная, крупноблочная	II категория (достаточно прочные и устойчивые)	Незначительное	Отсутствуют повреждения
III категория (условно жесткий и устойчивый)	Жесткой конструктивной схемы	Оболочечная и стеновая с продольными и поперечными несущими стенами из железобетона или армированной каменной кладки, каркасная, каркасно-панельная	I категория (прочные и устойчивые)	Существенное	Массовые повреждения систематического характера
	Условно жесткой конструктивной схемы	Стеновая с продольными или поперечными несущими стенами из неармированной каменной кладки, крупнопанельная, крупноблочная	II категория (достаточно прочные и устойчивые)	Среднее	Отдельные повреждения не систематического характера
	Нежесткой и условно жесткой конструктивной схемы	Стеновая с продольными или поперечными несущими стенами малой прочности, фахверковая облегченная, сборнощитовые, деревянные и другие из облегченных сборных конструкций	III категория (недостаточно прочные и устойчивые)	Незначительное	Отсутствуют повреждения

*Степень ослабления* жесткости и пространственной устойчивости остова устанавливается по качественному критерию – наличие, характер и объем повреждения горизонтальных и вертикальных связей, обуславливающее снижение жесткости остова или изменяющее его конструктивную схему, характер статической работы. Это могут быть разрушение диафрагм жесткости, смещение дисков перекрытий, трещины в узлах сопряжения поперечных и продольных стен, разрывы или выдергивание связей и другие дефекты.

Категория прочности и структурной устойчивости **грунтов основания** памятника архитектуры устанавливается в зависимости от их вида и текущего состояния, а также типа грунта основания по структурной прочности (табл. 3).

Вид грунта основания, его текущее состояние (прочность, плотность, гранулометрический состав, влажность, консистенция и т.п.), а также тип грунта по структурной прочности устанавливаются по результатам их комплексных исследований, включающие инженерно-геологические, гидрологические, вибродинамические и другие виды изысканий и исследований, выполняемые специализированной организацией на этапе предпроектных исследований памятника архитектуры.

Категория прочности и устойчивости **памятника архитектуры** – здания, сооружения – устанавливается с учетом исходной его прочности и устойчивости, текущей категории жесткости и устойчивости несущего остова и категории прочности и устойчивости грунтов основания (табл. 4).

Категория **сложности памятника архитектуры** – системное свойство объекта реставрации (табл. 5) – определяется уровнем восстановительного преобразования памятника архитектуры (*признак 1*) и уровнем специальных организационно-технологических мероприятий и работ (*признак 2*).

*Уровень восстановительного преобразования памятника архитектуры* зависит от целей реставрации (аналитическая, синтетическая реставрации, реставрация с приспособлением, консервация), текущей категории прочности и устойчивости памятника архитектуры в целом (см. табл. 4) и объемов переустройства ограждающих конструкций, инженерного и технологического оборудования.

Уровень (категория) прочности и устойчивости памятника архитектуры в целом определяет степень преобразования несущих конструкций и грунтов основания в процессе выполнения реставрации – структуру и объемы работ по усилению и переустройству несущих конструкций и грунтов основания. Это могут быть строительно-монтажные работы по закреплению или стабилизации грунтов основания, усилению и укреплению фундаментов, усилению или переустройству несущих конструкций, устройству связей, диафрагм, а также комплекс специальных работ по устройству временного охранного усиления.

Таблиця 3

## Классификация грунтов основания по категориям прочности и структурной устойчивости [3]

Категория (степень) прочности и структурной устойчивости	Вид грунта основания и его текущее состояние	Тип грунта основания по структурной устойчивости
I категория (очень прочные и структурно устойчивые)	А. Скальные невыветренные и слабо выветренные, прочностью $R_c > 15$ МПа; Б. Крупнообломочные плотные, маловлажные из магматических пород с содержанием песчано-глинистого заполнителя менее 30%	Очень структурно устойчивые
II категория (прочные и средней прочности, структурно устойчивые и средней устойчивости)	А. Скальные выветренные и сильно выветренные и полускальные, прочностью $R_c \leq 15$ МПа; Б. Крупнообломочные, не вошедшие в категорию I; В. Пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности, маловлажные и влажные; Г. Глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ , малой пористости (при коэффициенте пористости $e < 0,6$ для глин и суглинков, $e < 0,5$ – для супесей)	Устойчивые и средней устойчивости
III категория (средней прочности, малой структурной устойчивости)	А. Пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности, насыщенные водой; Б. Пески мелкие и пылеватые, плотные, маловлажные и влажные; Г. Глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ , пористые (при коэффициенте пористости $e \geq 0,6$ для глин и суглинков, $e \geq 0,5$ – для супесей)	Малой устойчивости
IV категория (малопрочные и структурно не устойчивые)	А. Биогенные грунты (торфы, заторфованные грунты, сапропели); Б. Лес, лесовые суглинки и супеси; В. Насыпные и намывные пески, супеси и суглинки независимо от степени влажности и консистенции; Г. Пески рыхлые независимо от влажности и крупности; Д. Пески мелкие и пылеватые, средней плотности, насыщенные водой; Е. Глинистые грунты с показателем консистенции $I_L > 0,5$ , пористые и малой пористости	Неустойчивые и не имеющие структурной устойчивости

Уровень переустройства ограждающих конструкций (ограждающих конструкций, отделочных покрытий, архитектурных элементов), инженерного и технологического оборудования определяет степень их восстановительного преобразования и зависит от целей реставрации и уровня сохранности памятника архитектуры.

Таблица 4

Классификация памятников архитектуры (зданий, сооружений)  
по категориям прочности и устойчивости

Категория (степень) прочности и устойчивости	Классификационные признаки			
	Тип здания, сооружения (степень исходной прочности и устойчивости)	Критерий	Категория (степень) жесткости и устойчивости остова	Категория (степень) прочности и устойчивости грунтов основания
Класс капитальности				
<b>I категория</b> (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)
<b>II категория</b> (прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые	I–II	I категория (жесткий и устойчивый)	III категория (средней прочности, малой структурной устойчивости)
	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)
<b>III категория</b> (относительно прочные и устойчивые)	Очень прочные и устойчивые	I–II	I категория (жесткий и устойчивый)	IV категория (малопрочные, и структурно не устойчивые)
	Прочные и устойчивые	III–IV	II категория (достаточно жесткий и устойчивый)	III категория (средней прочности, малой структурной устойчивости)
	Относительно прочные и устойчивые	V–VI	III категория (относительно жесткий и устойчивый)	I – IV категория

*Уровень специальных организационно-технологических мероприятий и работ* в целом зависит от степени прочности и устойчивости (категории) памятника архитектуры и его способности воспринимать неблагоприятные



факторы и процессы в процессе его реставрации без существенного изменения своих свойств. Специальные мероприятия и работы включают:

- специальный комплекс работ (*СР*; работы, направленные на обеспечение прочности и устойчивости несущих конструкций и их частей и всего памятника архитектуры в целом в процессе его реставрации, а также на исключение отрицательного влияния неблагоприятных и вредных факторов и процессов реставрации на конструктивные элементы и грунты основания);

- специальный комплекс организационно-технологических мероприятий в составе двух подсистем:

1) режимные исследования и мониторинг (*МР*; технические, гидрогеологические, геофизические, геодезические и другие исследования и изыскания, мониторинг деформаций, технического состояния, геологических и гидрогеологических условий и т.п.);

2) научное сопровождение (*НС*; научно-техническое, историко-архитектурное, археологическое, патентное, конструкторско-испытательское, строительно-технологическое и иное сопровождение).

Таблица 5

Классификация памятников архитектуры (объектов реставрации)  
по категориям сложности

Категория (степень) сложности объекта реставрации	Классификационные признаки				
	Признак 1			Признак 2	
	Уровень преобразования памятника архитектуры	Критерии:		Уровень специальных организационно- технологических мероприятий и работ	Критерий
		уровень прочности и устойчивости памятника архитектуры	уровень переустройства ограждающих конструкций, инженерного и технологического оборудования		
<b>I категория</b> (умеренной сложности)	Умеренное преобразовани е	Очень прочные и устойчивые	Умеренное переустройство	Умеренный объем	Малочувствител ьные
<b>II категория</b> (средней сложности)	Существенное преобразовани е	Прочные и устойчивые	Существенное переустройство	Существенный объем	Чувствительные
<b>III категория</b> (высокой сложности)	Полное преобразовани е	Относительн о прочные и устойчивые	Полное переустройство	Полный комплекс	Очень чувствительные

Таким образом, методы реставрации памятников архитектуры в зависимости от категории их сложности и иных свойств, сводятся к трем организационно-технологическим разновидностям:

**I. Реставрация умеренной сложности** (умеренное преобразование объекта реставрации умеренной сложности; I категории прочности и устойчивости, малой чувствительности к дополнительным нагрузкам и деформациям, при умеренном объеме специальных организационно-технологических мероприятий и работ):

**II. Реставрация средней сложности** (существенное преобразование объекта реставрации средней сложности; II категории прочности и устойчивости, чувствительного к дополнительным нагрузкам и деформациям, при существенном объеме специальных организационно-технологических мероприятий и работ):

**III. Реставрация большой сложности** (полное преобразование объекта реставрации высокой сложности; III категории прочности и устойчивости, очень чувствительного к дополнительным нагрузкам и деформациям, при полном комплексе специальных организационно-технологических мероприятий и работ).

Общие свойства объекта реставрации определяют систему возможных методов реставрации памятника архитектуры:

▪ *методы реставрации несущих конструкций*  
в зависимости от соответствующей категории прочности и устойчивости несущих конструкций (см. табл. 1);

▪ *методы восстановления жесткости и пространственной устойчивости несущих остовов*  
в зависимости от категории несущих остовов по жесткости и пространственной устойчивости (см. табл. 2);

▪ *методы восстановления прочности и структурной устойчивости грунтов основания*  
в зависимости от категории грунтов основания по прочности и структурной устойчивости (см. табл. 3);

▪ *методы реставрации памятников архитектуры* (восстановление, воссоздание, усиление и восстановление, защита от разрушения)  
в зависимости от категории памятников архитектуры по прочности и устойчивости (см. табл. 4);

▪ *методы реставрации памятников архитектуры по уровню их преобразования* (реставрация умеренной, средней и большой сложности)  
в зависимости от категории сложности памятника архитектуры (см. табл. 5).

Технологии выполнения процессов и методы организации реставрации памятника архитектуры устанавливаются с учетом принятого уровня стадийности его реставрации, объемно-структурного многообразия и пространственно-временной дискретности фронта реставрационных работ.

#### Литература

1. Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. СОУ ЖКГ 75.11–35077234. 0015:2009. Видання офіційне. Київ – 2009.

2. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений / ЦНИИСК им. Кучеренко. – М: Стройиздат, 1984. – 36 с.

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.

#### Анотація

Осипов С.О., Київський національний університет будівництва і архітектури.

**Формалізація загальних властивостей пам'ятника архітектури як об'єкта будівництва.**

У статті викладені основи формалізації загальних властивостей пам'ятника архітектури, що включають загальну постановку задачі і концепцію її рішення. Наведено розроблені класифікації основних властивість-утворюючих елементів пам'ятників архітектури, що дозволяють адекватно описувати його поточну системну властивість як об'єкта будівництва і, на цій основі, вибирати безліч можливих методів його реставрації та забезпечити гарантоване збереження ідентичності конструктивних елементів і пам'ятника архітектури в цілому.

Ключові слова: Формалізація, технологія, реставрація, категорії, пам'ятники архітектури.

#### Annotation

Osipov S. A., Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture.

**Formalization of the common properties of the architect monument as a building object.**

The article outlines the basics of formalizing the general properties of the architectural monument, including the general formulation of the problem and the concept of its solution. The developed classifications of the main property-forming elements of architectural monuments allowing to adequately describe its current system property as a construction object and, on this basis, to choose a variety of possible methods of its restoration, providing guaranteed preservation of the identity of structural elements and a monument of architecture as a whole, are given.

Keywords: Formalization, technology, restoration, categories, monuments of architecture.