

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО КАТЕГОРИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Под классификацией будем понимать систематическое распределение явлений и объектов на определенные группы, классы, разделы на основании их сходства и различия [1].

В настоящее время разработано большое количество нормативных документов различного уровня, которые содержат классификации конструктивных элементов зданий и сооружений по их техническому состоянию [2...8]. Все они действующие, а значит, в заявительном порядке могут быть использованы специалистами в своей работе.

Авторы этих документов имели полное право на разработку и предложение собственных классификаций, используемых в задачах разного уровня. В результате получилось так, что классификационные системы этих документов не являются взаимоза-

меняемыми, а поэтому не дают возможности получения одинаковых оценок при одинаковом состоянии конструктивного элемента. На первый взгляд, к их одно и то же состояние конструктивного элемента здания и корректно ли это?

На наш взгляд, работа по гармонизации существующих классификаций очень важна и в настоящее время может быть полезна и своевременна для принятия корпоративных стандартов в рамках саморегулируемых организаций.

Нами проведено сравнение уже известных классификаций.

Как итог анализа, в таблице 1 приведены сравнительные характеристики существующих классификационных систем, показывающие их отличительные черты. В результате анализа нами сделан вывод об отсутствии каких-либо причин существования такого количества разных классификаций оценки состояния конструк-

Таблица 1 – Сравнительная таблица существующих классификационных систем

Уровни состояния	СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» Госстрой России, 2004 г.	Рекомендации по обследованию стальных конструкций производственных зданий. Госстрой СССР 1988 г.	Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. ЦНИИПромзданий Госстроя СССР 1989 г.	Пособие по практическому выявлению пригодности к восстановлению поврежденных строительных конструкций зданий и сооружений и способам их оперативного усиления. ЦНИИПромзданий 1996 г.	Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО ЦНИИПромзданий. 1997 г.	Порядок проведения обследования технического состояния объектов, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций. Приказ Госстроя РФ № 167 от 02.08.2002	Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов. Госстрой России. Главная инспекция госархстройнадзора. 1993 г.
К-во уровней	5	4	5	5	4	5	2
1	Исправное	Исправное	Нормальное	Нормальное	Нормальное	Хорошее	Значительный
2	Работоспособное	Работоспособное	Удовлетворительное	Удовлетворительное	Удовлетворительное	Удовлетворительное	
3	Ограниченно работоспособное	Неработоспособное или частично работоспособное	Не совсем удовлетворительное	Не совсем удовлетворительное	Неудовлетворительное	Неудовлетворительное	
4	Недопустимое	—	Неудовлетворительное	Предаварийное	Предаварийное или аварийное	Ветхое	Критический
5	Аварийное	Не ремонтно-пригодное	Аварийное	Аварийное		Негодное	
Дополнительная информация	нет	нет	Показатель относительной надежности; Уровень поврежденности; Стоимость ремонта	Показатель надежности	Износ, %	Износ, %	Перечень дефектов отдельно для всех конструктивных элементов



тивных элементов зданий и сооружений. Ни одна из них не является универсальной и предназначена для применения в ограниченной области. Многие из них содержат некорректности или противоречия. Но наиболее существенным недостатком известных классификационных систем, на наш взгляд, является отсутствие понятной объединяющей их системной основы.

В связи с этим целью настоящей работы является формирование новых классификационных систем, свободных от недостатков и вбирающих в себя все положительное из существующих классификаций.

Вначале, предваряя разработку классификационных систем, авторы данной статьи предлагают разделить все конструктивные элементы здания или сооружения на *несущие* и *ненесущие*.

Причина этому кроется в различии проектных требований, а значит и эксплуатационных функций конструктивных элементов. Различаются они и последствиями отказов с экономической и социальной точек зрения.

Например, для всех *ненесущих* конструктивных элементов общим можно считать их, как правило, короткий срок эксплуатации (сменяемость), а суть физического износа — стоимостное выражение потери потребительских качеств. При этом признаками износа для них является обязательное наличие внешних дефектов.

В разряд *ненесущих* конструктивных элементов отнесем: *ненесущие* (навесные) стены согласно [15], элементы навесного фасада, перегородки, полы, кровлю, окна, двери, отделку, из прочих элементов — отмостку. Сюда относятся также и все инженерные устройства. Отказ или ветхость таких конструктивных элементов, как правило, не приводит к серьезным социальным или экономическим последствиям. В результате выхода из строя такого элемента принимается простое управленческое решение о восстановительных или замещающих затратах.

Объединяющим для *несущих* конструктивных элементов является их надежность и долговечность. Большинство из них называются несменяемыми конструктивными элементами, срок службы которых равен сроку службы здания в целом. Исключением являются: крыша и низкокапитальные варианты конструкций перекрытий и покрытия.

Несмотря на то, что надежность и долговечность, в конечном счете, являются экономическими категориями, техническое состояние таких элементов (в отличие от *ненесущих*) нельзя оценить только по внешним дефектам. Поскольку даже при отсутствии таковых, эксплуатация несущего конструктивного элемента может быть запрещена из-за наличия у него дефицита несущей способности по отношению к проектной нагрузке. Отсюда вытекает еще одна особенность несущих конструктивных элементов — необходимость выполнения при оценке их состояния поверочных расчетов по действующим нормам.

В разряд *несущих* конструктивных элементов отнесем: фундаменты, все виды стен, кроме *ненесущих* (навесных) согласно [15], столбы, перекрытия, покрытие, крепежные элементы навесного фасада, элементы крыши, элементы каркаса, капитальные лестничные клетки, из прочих элементов — балконы, лоджии и козырьки.

Возникновение у таких конструктивных элементов предельного состояния по прочности может привести к серьезным последствиям экономического и социального характера. При неблагоприятных условиях разрушение ответственной несущей конструкции может привести к разрушению всего здания или большей его части. Иногда это может сопровождаться гибелью людей и уничтожением дорогостоящего оборудования.

На наш взгляд, это достаточно веские причины для разработки двух классификаций: для *несущих* и *ненесущих* конструктивных элементов.

В обоих случаях при разработке классификационных систем были использованы положения ГОСТ [9].

Процесс состоял из следующих этапов:

1) выбор перечня показателей качества и обоснование его необходимости и достаточности, выбор известных или разработка новых методов определения значений искомых показателей качества;

2) выбор базовых (как правило нормативных) значений показателей;

3) определение фактических значений показателей качества;

4) сравнительный анализ базовых и фактических значений показателей качества;

5) обоснование и формулировка интегральной оценки качества конструктивного элемента объекта обследования и выработка необходимых решений для дальнейшей его эксплуатации.

Содержание каждого из перечисленных этапов и объем работ на каждом из них существенным образом зависят от цели оценки состояния конструктивных элементов.

При этом цель оценки обуславливалась следующим: какие показатели качества корректней выбирать для рассмотрения, какими методами и с какой точностью определять их значения, как обработать и в какой форме представить результаты оценки, какие показатели следует сравнивать между собой и на какие вопросы отвечать при обосновании рекомендаций дальнейшей эксплуатации.

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО КАТЕГОРИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

1. На первом этапе был осуществлен выбор показателя качества и обоснование его достаточности

В качестве показателя состояния *несущих* конструктивных элементов (показатель качества), претендующего на основополагающий фактор, был выбран показатель «*надежность*». Под этой характеристикой подразумевали коэффициент запаса (надежности), или уровень загруженности *i*-го конструктивного элемента (K_i). В выборе ограничились одним показателем, поскольку выбранный показатель является комплексным (интегральным).

В ранних руководящих документах, например, РД 50-650-87 надежность (работоспособность) определялась как свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки [10]. Один из последних нормативных документов — СТО 36554501-014-2008 формулирует *надежность строительного объекта* как его способность выполнять требуемые функции в течение расчетного срока службы при надлежащем техническом обслуживании [11].

Отсюда видно, что категория «надежность» со временем не претерпевает изменений и остается важным центральным понятием, в том числе, и в строительной отрасли.

Известно, что расчет строительных конструкций согласно действующим СНиП [12] выполняется по предельным состояниям. Главная особенность метода расчета по предельным состояниям состоит в оценке надежности по несущей способности и нормальным условиям эксплуатации через сравнение разрушающих усилий (Φ) или предельных усилий ($S_{пр}$) с расчетными усилиями соответственно (N_{max}) и (S):

$$\Phi \geq N_{max}; S_{пр} \geq S \quad (1)$$

При этом Φ , N_{max} , S_{pr} , S рассматриваются как случайные величины с известным распределением вероятности.

Статистическая изменчивость нагрузок и механических свойств материалов конструкций учитывается в расчетах по предельным состояниям с соответствующими коэффициентами.

Иными словами, надежность строительного объекта формируется с помощью нормативных значений физико-механических свойств материалов, из которых выполнены строительные конструкции, нормативных значений внешних воздействий и системы частных коэффициентов надежности (таблица 2).

Таблица 2 — Система формирования надежности зданий и сооружений при использовании методов расчета по предельным состояниям

Группа предельного состояния	Нагрузки	Прочностные характеристики материала	Уровень ответственности зданий	Начальная надежность
1. По прочности	Расчетные $\gamma_i > 1,0$	Расчетные γ_s и $\gamma_b > 1,0$	Уровень $0,95 \leq \gamma_n \leq 1,2$	0,9999
2. По нормальным условиям эксплуатации	Расчетные $\gamma_i = 1,0$	Расчетные γ_s и $\gamma_b = 1,0$	Уровень $\gamma_n = 1,0$	0,99 — 0,999

Поэтому нормативные и, тем более, расчетные значения прочностных и деформативных характеристик, часто не совпадают с фактическими разрушающими значениями и не характеризуют реальную прочность конструкций или их элементов. Отсюда величина контрольной разрушающей нагрузки для любой, запроектированной по СНиП конструкции, всегда выше ее проектно допустимого значения. Например, для железобетонных конструкций в соответствии с характером развития и проявления в них отказов (внезапные или постепенные) имеют место разные коэффициенты запаса прочности, характеризующие разными разрушающими нагрузками. Считали, что в результате старения материалов и появления в них дефектов и повреждений, конструктивный элемент проходит ряд стадий, характеризующихся снижением его надежности и увеличением материалоемкости восстановления.

2. Выбор базовых (нормативных) значений показателей

В качестве базовых значений показателя надежности был выбран ряд значений общего коэффициента загруженности (K_i), соответствующего определенным условиям состояния. Он определяется как отношение несущей способности конструктивного элемента, вычисленной соответственно по расчетным ($T_{int,i}$), нормативным ($T_{int,i}^n$) или временным ($T_{int,i}^v$) сопротивлениям материалов с учетом выявленных дефектов и повреждений, к эксплуатационной расчетной нагрузке (T_{ext}): $K_i = T_{int,i} / T_{ext}$, $K_i = T_{int,i}^n / T_{ext}$ или $K_i = T_{int,i}^v / T_{ext}$. Отдельно выделено состояние проектной (начальной) несущей способности, соответствующей типовому проекту $T_{проект}$. Это сделано для описания исходного состояния i -го конструктивного элемента (1-ый уровень).

При этом предполагается, что временные сопротивления материалов назначаются как 0,5-квантиль (с обеспеченностью 50%), нормативные прочностные характеристики материалов согласно действующим СНиП как 0,05-квантиль (с обеспеченностью 95%). Расчетные величины прочностных характеристик ма-

териалов определяются делением нормативных на коэффициенты надежности по материалу (таблица 3).

Таблица 3 — Некоторые нормативные коэффициенты надежности по конструкционным материалам

Вид материала	Вид воздействия	Коэффициент надежности по материалу
Древесина	Сжатие	1,5
	Растяжение	2,0
Кладка каменная	Сжатие	1,4
Бетон	Сжатие	1,3
	Растяжение	1,5
Арматура	Растяжение	1,05...1,2
Стальные прокатные профили	Любое	1,025...1,1

Не анализируя все многообразие подходов к назначению уровня обеспеченности нормативных величин внешних воздействий, отметим, что в нашей работе использованы только расчетные (эксплуатационные) величины нагрузок (T_{ext}).

Важным вопросом на этом этапе является выбор количества и значений уровней изменения общего коэффициента загруженности (K_i). Считали, что назначенные уровни должны предполагать границу перехода конструктивного элемента из одного качественного состояния в другое. При этом каждый из уровней должен характеризоваться в конечном итоге разными мероприятиями по ремонту, восстановлению или вообще заменой конструктивного элемента. В связи с тем, что коэффициенты вариации прочностных свойств материалов различны, различаются и частные коэффициенты надежности по материалам. Числовых показателей, одинаковых для конструктивных элементов, выполненных из разных материалов, получить не представляется возможным. Поэтому для общности подхода конкретные числовые показатели состояний заменены условиями состояний конструктивных несущих элементов. При этом было выделено пять уровней состояний (таблица 4).

Таблица 4 — Уровни технического состояния конструкции

№ уровня	Условие состояния 1	Условие состояния 2
Уровень 1	$T_{int} = T_{проект}$	$T_{int}/T_{ext} \geq 1,0$
Уровень 2	—	$T_{int}/T_{ext} \geq 1,0$
Уровень 3	—	$T_{int}/T_{ext} < 1,0$ но $T_{int}^n/T_{ext} \geq 1,0$
Уровень 4	—	$T_{int}^n/T_{ext} < 1,0$ но $T_{int}^v/T_{ext} \geq 1,0$
Уровень 5	—	$T_{int}^v/T_{ext} < 1,0$

3. Определение фактических показателей качества

В п. 2 было подчеркнуто, что числовые показатели уровней технического состояния заменены условиями состояний конструктивных несущих элементов согласно таблице 4. Поэтому единственным возможным способом определения действительного уровня технического состояния обследуемого конструктивного элемента является его поверочный расчет на расчетную эксплуатационную нагрузку согласно действующим СНиП, но используя, при необходимости, различные прочностные характеристики материалов конструкции: временные ($T_{int,i}^v$), нормативные ($T_{int,i}^n$) или расчетные ($T_{int,i}$).



4. Сравнительный анализ базовых и фактических значений показателей качества

Результатом сравнительного анализа являются ранжированные по уровням качественные характеристики состояния обследуемого несущего конструктивного элемента.

Уровень № 1. Выполняются условия эксплуатации согласно требованиям норм, а несущая способность конструктивного элемента соответствует типовой серии или индивидуальному проекту и превышает эксплуатационные нагрузки.

Уровень характеризуется отсутствием внешних дефектов, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности.

Уровень № 2. Численно нормативные контролируемые параметры снижены относительно проектных (исходных), но конструкция обладает необходимой прочностью для восприятия эксплуатационной нагрузки, а усилия от расчетных нагрузок не превышают усилий, воспринимаемых конструктивным элементом при расчетных сопротивлениях материалов. Надежность соответствует действующим нормам.

Уровень характеризуется незначительным снижением несущей способности или нарушением некоторых параметров эксплуатационной пригодности.

Уровень № 3. Нарушены требования действующих норм и надежность конструкции ниже нормативной. При этом усилия от расчетных нагрузок превышают усилия, воспринимаемые конструктивным элементом при расчетных сопротивлениях материалов, но не превышают их при нормативных сопротивлениях материалов.

Наиболее вероятно наличие повреждений и дефектов, свидетельствующих о снижении несущей способности конструкции ниже уровня эксплуатационных нагрузок. Отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности людей.

Уровень № 4. Нарушены требования действующих норм, надежность конструкции ниже нормативной. При этом усилия от расчетных нагрузок превышают усилия, воспринимаемые конструктивным элементом при нормативных сопротивлениях материалов, но не превышают их при временных сопротивлениях материалов.

Наиболее вероятно наличие повреждений и дефектов, свидетельствующих о существенном снижении несущей способности конструктивного элемента ниже уровня эксплуатационных нагрузок. Существует опасность обрушения и угроза безопасности людей, но конструктивный элемент пригоден для восстановления.

Уровень № 5. Нарушены требования действующих норм, надежность конструктивного элемента исчерпана. При этом усилия от расчетных нагрузок превышают усилия, воспринимаемые конструктивным элементом даже при временных сопротивлениях материалов.

Имеются повреждения и дефекты, свидетельствующие об исчерпании несущей способности конструктивного элемента и опасности его обрушения. Существует опасность внезапного обрушения и угроза безопасности людей.

5. На последнем этапе сформулированы интегральные оценки качества несущего конструктивного элемента объекта обследования и сформулированы выводы и перечислены рекомендации для дальнейшей его эксплуатации

ГОСТ [9] позволяет выбирать известные или разрабатывать новые методы интегральных оценок показателей качества. Поэтому для обозначения интегральной оценки выбрано уже известное, на наш взгляд, удачное словосочетание — «категория состояния». Проанализировав существующие классификационные системы, пришли к выводу, что корректней принять

следующие словосочетания интегральных оценок несущих конструктивных элементов по категориям состояния: Нормативный уровень технического состояния; Работоспособное состояние; Ограничено работоспособное состояние; Неработоспособное состояние; Аварийное состояние.

Для каждого уровня были сформулированы выводы и необходимые мероприятия для дальнейшей эксплуатации конструктивного элемента.

Категория состояния № 1 — **«Нормативный уровень технического состояния»**. Она предполагает, что конструктивный элемент может эксплуатироваться под нагрузки, предусмотренные типовой серией или проектом без каких-либо мероприятий. Необходимость в ремонтно-восстановительных работах отсутствует;

Категория состояния № 2 — **«Работоспособное состояние»**. Она предполагает, что конструктивный элемент может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой с учетом выполнения мероприятий ремонтного характера. Требуется текущий ремонт, с устранением локальных повреждений и консервацией свойств материалов конструктивного элемента без его усиления;

Категория состояния № 3 — **«Ограничено работоспособное состояние»**. Она предполагает, что конструктивный элемент может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой только с учетом мероприятий восстановительного характера. Требуется незначительное усиление и восстановление несущей способности конструкций до уровня эксплуатационных нагрузок;

Категория состояния № 4 — **«Неработоспособное состояние»**. Она предполагает, что конструктивный элемент может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой только с учетом мероприятий восстановительного характера, выполненных в ограниченные сроки. Необходимо безотлагательное проведение страховочных мероприятий, материалоемкое усиление и восстановление несущей способности конструктивного элемента до уровня эксплуатационных нагрузок;

Категория состояния № 5 — **«Аварийное состояние»**. Она предполагает, что конструктивный элемент не может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой. Восстановление конструктивного элемента или технически невозможно, или экономически не целесообразно. Требуется немедленное устройство временных аварийных креплений, полная разгрузка или замена конструктивного элемента.

В результате была получена окончательная классификация технического состояния для несущих конструктивных элементов зданий и сооружений (таблица 5). В общем виде она содержит категории состояний, качественные характеристики состояний, выводы и рекомендации, связанные с дальнейшей эксплуатацией конструктивного элемента или его замены.

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ НЕНЕСУЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО КАТЕГОРИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Так же как и для несущих конструктивных элементов, создание классификационной системы оценки качества несущих конструктивных элементов согласно [9] состояло из пяти этапов.

1. На первом этапе был осуществлен выбор показателя качества и обоснование его достаточности

В качестве показателя был выбран уровень физического износа несущего конструктивного элемента.



Хорошо известны определенные концептуальные трудности в оценке физического износа конструктивных элементов здания. Действительно, элементы здания довольно разнообразны и имеют разное функциональное назначение, а значит и эксплуатационные свойства. Тогда как их можно объединить в единых оценочных рамках? Будем рассуждать следующим образом. Несмотря на то, что физический износ является количественной оценкой технического состояния элемента на текущий момент времени, его можно рассматривать и как снижение (потерю) первоначальной стоимости конструктивного элемента. Только тогда становится возможным сопоставление физического износа конструкций, несмотря на их различные свойства и функции. Поэтому с течением времени стоимость конструктивных элементов снижается из-за снижения потребительской стоимости. В любой промежуток времени она может быть определена как разность между

первоначальной стоимостью и дисконтированной¹ суммой затрат, вызванных работами по восстановлению изношенных конструктивных элементов.

Таким образом, под физическим износом будем понимать уменьшение стоимости конструктивного элемента из-за утраты им заданных потребительских свойств по естественным причинам или вследствие неправильной эксплуатации. Под утратой заданных потребительских свойств несущих конструктивных элементов необходимо понимать отказы, связанные с потерей эксплуатационных качеств, то есть с комфортностью.

2. Выбор базовых значений показателей

В качестве базовых предлагается рассмотреть, часто встречающиеся в практике, укрупненные шкалы качественных показателей оценки физического износа конструктивных элементов (таблицы 6, 7).

Таблица 5 — Классификация по качественному признаку технического состояния несущих конструктивных элементов зданий и сооружений

Категория состояния	Качественная характеристика	Выводы и рекомендации
Нормативный уровень технического состояния	Выполняются условия эксплуатации согласно требованиям норм, а несущая способность конструктивного элемента соответствует типовой серии или проекту и превышает эксплуатационные нагрузки. Уровень характеризуется отсутствием внешних дефектов, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности.	Конструктивный элемент может эксплуатироваться под нагрузки, предусмотренные типовой серией или проектом без каких-либо мероприятий. Необходимость в ремонтно-восстановительных работах отсутствует.
Работоспособное состояние	Численно нормативные контролируемые параметры снижены относительно проектных, но конструкция обладает необходимой прочностью для восприятия эксплуатационной нагрузки, а усилия от расчетных нагрузок не превышают усилий, воспринимаемых конструктивным элементом при расчетных сопротивлениях материалов. Надежность соответствует действующим нормам. Уровень характеризуется незначительным снижением несущей способности или нарушены некоторые параметры эксплуатационной пригодности.	Конструктивный элемент может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой с учетом выполнения мероприятий ремонтного характера. Требуется текущий ремонт, с устранением локальных повреждений и консервацией свойств материалов конструктивного элемента без его усиления.
Ограничено работоспособное состояние	Нарушены требования действующих норм и надежность конструкции ниже нормативной. При этом усилия от расчетных нагрузок превышают усилия, воспринимаемые конструктивным элементом при расчетных сопротивлениях материалов, но не превышают их при нормативных сопротивлениях материалов. Наиболее вероятно наличие повреждений и дефектов, свидетельствующих о снижении несущей способности конструкции ниже уровня эксплуатационных нагрузок. Отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности людей.	Конструктивный элемент может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой только с учетом мероприятий восстановительного характера. Требуется незначительное усиление и восстановление несущей способности конструкций до уровня эксплуатационных нагрузок.
Неработоспособное состояние	Нарушены требования действующих норм, надежность конструкции ниже нормативной. При этом усилия от расчетных нагрузок превышают усилия, воспринимаемые конструктивным элементом при нормативных сопротивлениях материалов, но не превышают их при временных сопротивлениях материалов. Наиболее вероятно наличие повреждений и дефектов, свидетельствующих о существенном снижении несущей способности конструктивного элемента ниже уровня эксплуатационных нагрузок. Существует опасность обрушения и угроза безопасности людей, но конструктивный элемент пригоден для восстановления.	Конструктивный элемент может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой только с учетом мероприятий восстановительного характера, выполненных в ограниченно короткие сроки. Необходимо безотлагательное проведение страховочных мероприятий, материалоемкое усиление и восстановление несущей способности конструктивного элемента до уровня эксплуатационных нагрузок.
Аварийное состояние	Нарушены требования действующих норм, надежность конструктивного элемента исчерпана. При этом усилия от расчетных нагрузок превышают усилия, воспринимаемые конструктивным элементом даже при временных сопротивлениях материалов. Имеются повреждения и дефекты, свидетельствующие об исчерпании несущей способности конструктивного элемента и опасности его обрушения. Существует опасность внезапного обрушения и угроза безопасности людей.	Конструктивный элемент не может эксплуатироваться под рассматриваемой эксплуатационной нагрузкой. Восстановление конструктивного элемента или технически невозможно, или экономически не целесообразно. Требуется немедленное устройство временных аварийных креплений, полная разгрузка или замена конструктивного элемента.



Таблица 6 — Шкала уровней оценки физического износа для несущих конструктивных элементов

Номер уровня	Физический износ, %
Уровень 1	0 — 10
Уровень 2	11 — 20
Уровень 3	21 — 30
Уровень 4	31 — 40
Уровень 5	41 — 60
Уровень 6	60 — 80
Уровень 7	Более 80

Как видно из таблиц, первая шкала (таблица 6) более подробная, чем вторая (таблица 7). Объясняется это тем, что первая шкала разработана для несущих (наиболее ответственных) конструктивных элементов, а вторая — для ненесущих (менее ответственных).

В связи с тем, что речь идет о разработке классификационной системы для ненесущих конструктивных элементов, за основу базовых значений показателей физического износа была принята шкала уровней по таблице 6.

Таблица 7 — Шкала уровней физического износа для ненесущих конструктивных элементов

Номер уровня	Физический износ, %
Уровень 1	0 — 20
Уровень 2	21 — 40
Уровень 3	41 — 60
Уровень 4	60 — 80
Уровень 5	Более 80

3. Определение фактических значений показателей качества

Для процедуры определения фактических значений показателей качества необходимы уже готовые и удобные методы оценки физического износа. В данной работе будем ориентироваться на использование двух известных методов оценки физического износа:

1) по ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий» [13];

2) по ВСН 58-88 (р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения» [14] с соотношением хронологического и нормативного сроков службы отдельных конструктивных элементов.

В первом случае признаки износа выявляются визуально, и затем переводятся в количественные значения, приведенные в таблицах названных выше Правил [9]. Далее, учитывая экономическую природу физического износа и методику его определения с помощью [9], выполняют операцию перевода физического износа в его стоимостной эквивалент:

$$Иэ = Иф \times 100/80 = Иф \times 1,25 \quad (2)$$

Для второго случая определения физического износа по [14] не требуется визуального и инструментального натурного обследования технического состояния объекта. Он основан на положении, что износ конструктивного элемента зависит от его нормативного (наиболее вероятного) и хронологического (фактического) сроков эксплуатации.

Нормативные сроки службы ненесущих конструктивных элементов, выполненных из различных материалов, приведены в [14]. При этом под нормативным

сроком службы понимают продолжительность эксплуатации элемента или устройства до капитального ремонта (замены).

Согласно этой методике физический износ $Иф$ определяется как процентное соотношение хронологического (фактического) срока эксплуатации $T_{хр}$ и нормативного (наиболее вероятного) срока службы $T_{норм}$, то есть:

$$Иф = (T_{хр} / T_{норм}) \times 100\% \quad (3)$$

Формула основана на условной линейной зависимости износа от срока эксплуатации.

Этим подходом необходимо пользоваться когда невозможен непосредственный осмотр конструктивного элемента.

4. Сравнительный анализ базовых и фактических значений показателей качества

Результатом сравнительного анализа стали ранжированные по уровням качественные характеристики состояния обследуемого ненесущего конструктивного элемента.

Уровень 1. Характеризуется или отсутствием внешних дефектов, или они настолько незначительные, что не влияют на эксплуатационные качества конструктивного элемента.

Уровень 2. Характеризуется наличием мелких, но многочисленных внешних дефектов по [13]. Они несколько снижают эксплуатационные качества, что ведет к снижению уровня комфортности.

Уровень 3. Характеризуется наличием существенных и многочисленных внешних дефектов конструктивного элемента по [13], который еще пригоден для дальнейшего использования, но с частичной потерей эксплуатационных качеств и комфортности.

Уровень 4. Характеризуется наличием существенных и многочисленных внешних дефектов конструктивного элемента по [13], часть которого не пригодна для дальнейшего использования, а другая — частично потеряла эксплуатационные качества и комфортность.

Уровень 5. Характеризуется критическими дефектами конструктивного элемента по [13], который перестает быть пригодным для дальнейшего использования, с полной потерей эксплуатационных качеств и комфортности.

5. Обоснование и формулировка интегральной оценки качества конструктивного элемента объекта обследования и выработка необходимых решений для дальнейшей его эксплуатации

Для обозначения интегральных оценок ненесущих конструктивных элементов, как и для несущих, выбрано словосочетание — «категория состояния». Проанализировав существующие классификационные системы, пришли к выводу, что корректней принять следующие формулировки интегральных оценок ненесущих конструктивных элементов по категориям состояния: Хорошее; Удовлетворительное; Неудовлетворительное; Ветхое; Непригодное.

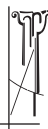
Для каждого уровня были сформулированы необходимые мероприятия для дальнейшей эксплуатации конструктивного элемента или его замены.

Категория состояния № 1 — **Хорошее**. Отсутствует необходимость даже текущего ремонта.

Категория состояния № 2 — **Удовлетворительное**. Дефекты устраняются текущим ремонтом.

Категория состояния № 3 — **Неудовлетворительное**. Необходим капитальный ремонт на отдельных участках конструктивного элемента.

1 Дисконтирование — процесс приведения потока будущих доходов или затрат к текущей стоимости.



Категория состояния № 4 — **Ветхое**. Необходим сплошной капитальный ремонт с частичной заменой конструктивного элемента.

Категория состояния № 5 — **Непригодное**. Необходимо полная замена конструктивного элемента.

В результате была получена окончательная классификация технического состояния для несущих конструктивных элементов зданий и сооружений (таблица 8). В общем виде она содержит категории состояний, характеристики состояний, рекомендации, связанные с дальнейшей эксплуатацией конструктивного элемента или его замены.

Несмотря на то, что несущие конструктивные элементы считаются менее ответственными, их значение преуменьшать нельзя. Поскольку состояние практически каждого из них, в конечном итоге, влияет на состояние несущих конструктивных элементов.

С помощью одних консервируется состояние основных конструктивных материалов, из которых выполнены несущие конструкции. От других может зависеть температурно-влажностный режим эксплуатации здания. Поэтому при оценке состояния для несущих конструктивных элементов эксперт обязан показать их причинно-следственную связь с состоянием несущих конструкций. Существует и обратная связь. Отсюда можно сделать важный вывод о том, что обе классификационные системы состояния конструктивных элементов зданий и сооружений функционально связаны между собой и в общем случае не могут рассматриваться независимо.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Теория статистики/ Под редакцией Шмойловой Р.А., -М.1998. 575 с.
2. СП 13-102-2003/Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Госстрой России, 2004.
3. Рекомендации по обследованию стальных конструкций производственных зданий. Госстрой СССР.

ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова. 1988.

4. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. 1989.

5. Пособие по практическому выявлению пригодности к восстановлению поврежденных строительных конструкций зданий и сооружений и способам их оперативного усиления. ЦНИИПромзданий. 1996.

6. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО ЦНИИПромзданий. 1997.

7. Порядок проведения обследования технического состояния объектов, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций. Приказ Госстроя РФ № 167 от 02.08.2002.

8. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов. Госстрой России. Главная инспекция госархстройнадзора. (согласно ГОСТ 15467-79).1993.

9. ГОСТ 15467-79/Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. 1979.

10. РД 50-650-87/Методические указания. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований к надежности. -М., 1987.

11. СТО 36554501-014-2008/Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. -М. 2008.

12. СНиП 2.03.01-84*/Бетонные и железобетонные конструкции, Госстрой СССР. -М. 1989.

13. ВСН 53-86 (р) /Правила оценки физического износа жилых зданий. Госгражданстрой. — М.: Прейскураниздат, 1988.

14. ВСН 58-88 (р)/Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально- культурного назначения. Госгражданстрой. — М.: Прейскураниздат, 1990.

15. СНиП II-22-81/Каменные и армокаменные конструкции, Госстрой СССР. -М. 1983.

Таблица 8 — Классификация по качественному признаку технического состояния несущих конструктивных элементов зданий и сооружений

Категория состояния	Характеристика состояния	Рекомендации
Хорошее	Физический износ 0-20%. Состояние характеризуется или отсутствием внешних дефектов, или они настолько незначительные по [*], что не влияют на эксплуатационные качества конструктивного элемента.	Отсутствует необходимость даже текущего ремонта
Удовлетворительное	Физический износ 21-40%. Состояние характеризуется наличием мелких, но многочисленных внешних дефектов по [*]. Они несколько снижают эксплуатационные качества, что ведет к снижению уровня комфортности.	Дефекты устраняются текущим ремонтом.
Неудовлетворительное	Физический износ 41-60%. Состояние характеризуется наличием существенных и многочисленных внешних дефектов конструктивного элемента по [*], который еще пригоден для дальнейшего использования, но с частичной потерей эксплуатационных качеств и комфортности.	Необходим текущий, а на отдельных участках конструктивного элемента капитальный ремонт
Ветхое	Физический износ 61-80%. Состояние характеризуется наличием существенных и многочисленных внешних дефектов конструктивного элемента по [*], часть которого не пригодна для дальнейшего использования, а другая — частично потеряла эксплуатационные качества и комфортность.	Необходим сплошной капитальный ремонт с частичной заменой конструктивного элемента.
Непригодное	Физический износ более 80%. Состояние характеризуется критическими дефектами конструктивного элемента по [*], который перестает быть пригодным для дальнейшего использования, с полной потерей эксплуатационных качеств и комфортности.	Необходима полная замена конструктивного элемента.

[*] — ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий» Госгражданстрой. — М.: Прейскураниздат, 1988.

