

Александр Евгеньевич ШИЛОВ,
кандидат технических наук,
доцент кафедры
"Железобетонные
и каменные конструкции"
Белорусского национального
технического университета

НОРМИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ СРОКА СЛУЖБЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

STANDARDIZATION AND SERVICE LIFE PREDICTION OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

В статье рассмотрены вопросы оптимизации межремонтных сроков зданий и сооружений, проанализированы системы стандартов в области эксплуатации зданий и сооружений, нормирования сроков службы объектов недвижимости по нормам разных стран.

This article deals with the issues of defining the intervals between regular building repairs. The building code systems in the field of maintenance of buildings and standardization of service life prediction of constructions have been analyzed according to the standards of various countries.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с переходом Республики Беларусь на европейские стандарты в области проектирования и строительства следует изучить также их систему стандартов в области эксплуатации зданий и сооружений, нормирования сроков службы недвижимости (ISO 15686-1 [1]), а также большой опыт бывшего СССР в данном вопросе. В первую очередь необходимы единообразие в понимании и правильная трактовка основных терминов в данной сфере и их определений, которые в настоящее время в различных странах существенно отличаются.

В Республике Беларусь на основании обобщения предшествующего опыта бывшего СССР разработана система технических нормативных правовых актов (ТНПА), регламентирующих общие принципы организации и проведения надзора за зданиями и сооружениями, правила их обследования и технической эксплуатации, установлена концепция и терминология, связанная с видами работ, проводимых в процессе эксплуатации зданий и сооружений [2, 3]. В данных документах с учетом реальной ситуации в Республике Беларусь установлены минимально необходимые требования, которые обязаны соблюдать владельцы зданий, государственные и ведомственные структуры. Однако до настоящего времени общая ситуация с техническими и экономическими проблемами в области эксплуатации зданий и сооружений, эффективности вложений в сферу обслуживания недвижимости улучшается слишком медленно [4, 5].

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ

В бывшем СССР в области строительства впервые в мире благодаря трудам советских ученых [6, 7] на основе группы стандартов "Надежность в технике" в начале 60-х годов прошлого века был разработан системный подход к обеспечению надежности и долговечности зданий и сооружений, главными составляющими элементами которого являются безотказность (свойство непрерывно сохранять работоспособное состояние

(I–III категории технического состояния (КТС) по СНБ 1-04.01 [8] в течение некоторого времени — наработки), долговечность (свойство сохранить работоспособность вплоть до наступления предельного состояния (ресурсный отказ, V категория технического состояния)) и др. Долговечность характеризуется временем, в течение которого в сооружениях (с перерывами на ремонт) показатели эксплуатационных качеств (ПЭК) не снижаются ниже уровня, заданного в проекте или в нормах. Она определяется полным сроком службы несменяемых при капитальном ремонте конструкций — фундаментов, несущих стен, колонн, железобетонных перекрытий и др. Как правило, это срок наступления предельного состояния, критерии которого могут определяться не только несущими свойствами конструкций, но и экономическими, эстетическими и другими соображениями. Некоторые элементы зданий — кровля, полы, заполнения проемов, инженерное оборудование — имеют, как правило, меньшие сроки службы. Поэтому они защищаются покрытиями и, по мере износа, восстанавливаются или заменяются.

Износ конструкций и здания в целом — это потеря первоначальных ПЭК во времени. Этот процесс неизбежен, и основная задача при эксплуатации состоит в своевременном ремонте, замене конструкций с малыми сроками службы, усилении капитальных конструкций и т. д. Даже в идеальных условиях ПЭК со временем снижаются из-за естественного старения материалов, их взаимодействия с окружающей средой и т. д. (рис. 1).

В реальных условиях, особенно при низком начальном качестве материалов, работ, при нарушении норм эксплуатации интенсивность износа значительно возрастает, и без строгого соблюдения установленных объемов и сроков обслуживания и ремонтно-восстановительных работ долговечность конструкций может снизиться в несколько раз. Износ с течением времени после периода приработки (см. рис. 1, участок "0–а") на некоторое время стабилизируется (см. рис. 1, участок "а–б"), а затем постепенно ускоряется, особенно значительно после достижения "возраста" конструкций 80 % и более от полного срока их службы.

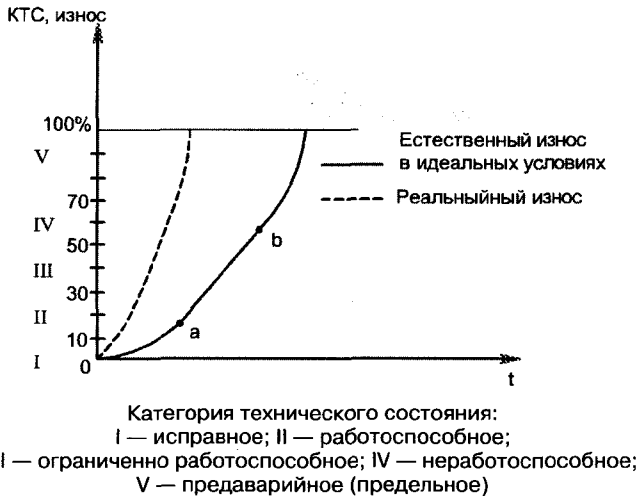


Рис. 1. Схема изменения износа (технического состояния) конструкций во времени

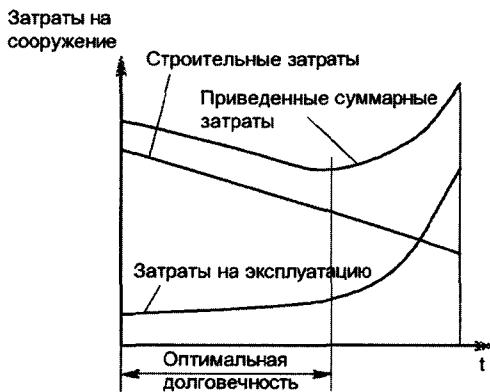
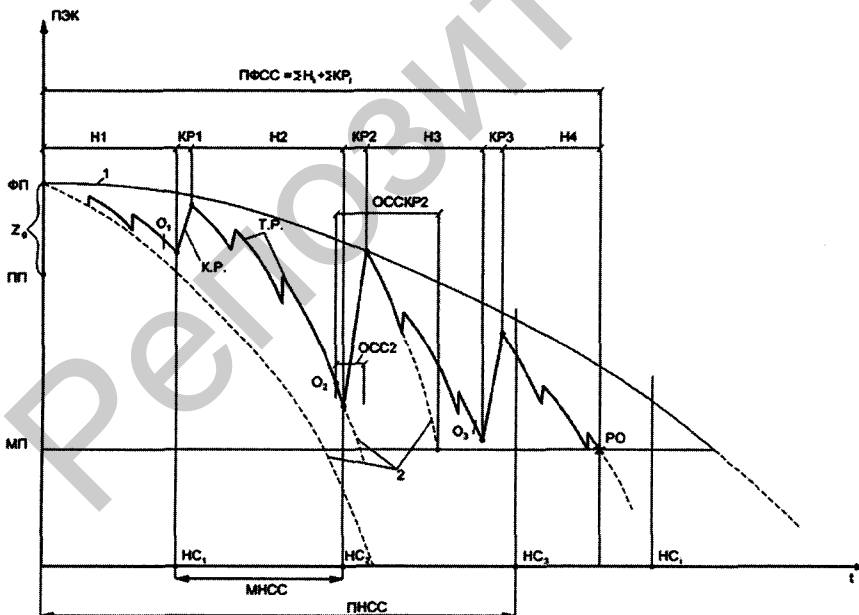


Рис. 2. Схема изменения затрат на эксплуатацию во времени



ПЭК — показатель эксплуатационных качеств (например, несущая способность);
 ПП — проектные ПЭК; ФП — фактические ПЭК;
 1 — естественный износ; 2 — износ при отсутствии технического обслуживания (ТО), текущих (ТР) и капитальных (КР) ремонтов на рассматриваемом этапе;
 $N_{1,2,3,i}$ — наработка от окончания восстановления до следующего отказа;
 O_i — предпроектное обследование перед i -м капитальным ремонтом;
 $НС_i$ — нормативный срок до начала i -го капитального ремонта (может не соответствовать фактическому, $НС_3$ на рис. 3)

Рис. 3. Общая схема изменения ПЭК конструкции за весь период цикла эксплуатации

Можно выделить оптимальную долговечность — срок службы зданий (массовой застройки), при котором их еще целесообразно (экономически) восстанавливать. При превышении этого срока, особенно при невыполнении необходимых своевременных ремонтных работ, затраты на восстановление резко возрастают и могут превысить стоимость строительства нового здания (рис. 2).

Соответствующие методики расчета экономической целесообразности восстановления зданий используются специализированными организациями при проектировании капитальных ремонтов. Практически важен одновременный учет физического и морального старения, которое имеет свою специфику, особенно в производственных зданиях, так как в современных условиях частая модернизация технологии требует соответствующей реконструкции (модернизации) зданий. Моральный износ зданий при современных производствах часто наступает уже через 10–15 лет, и очень важно чтобы строительная система была приспособлена для реконструкции. Известно, что сплошь и рядом для замены крупногабаритного оборудования в конструкциях отсутствуют монтажные проемы, часто практически невозможно качественно возобновлять антикоррозионную защиту и т. д. Все это значительно увеличивает эксплуатационные расходы.

Существует две стратегии в планировании ремонта:
 1) плано-предупредительный ремонт (ППР);
 2) ремонт "по техническому состоянию".

Во втором случае предполагается оперативное устранение повреждений по мере их появления или замена элементов (в том числе в рамках гарантийных обязательств). Такая система требует в целом несколько меньших затрат на ремонты, но предполагает качественный надзор за состоянием элементов здания. Основная задача в системе ППР — предупреждение отказов, что обеспечивается периодическим проведением определенных объемов профилактических ремонтных работ. Это гарантирует безотказную работу всех элементов и системы в целом. Объемы и сроки работ установлены в зависимости от сроков службы конкретных элементов зданий, причем межремонтные сроки должны назначаться до истечения их нормативных сроков службы. В графическом виде изложенные закономерности упрощенно для отдельного несущего элемента здания представлены на рис. 3.

Обычно конструкция имеет начальный запас ПЭК по отношению к проектным данным (Z_0 , см. рис. 3) из-за унификации элементов, планового резервирования и т. д. Реальная интенсивность деградации (износа), кроме всего прочего, зависит от начального резерва — чем он меньше, тем больше напряжения в конструкции и выше интенсивность износа. Стратегия ППР предполагает периодическое восстановление конструкций до массового появления отказов (до достижения межремонт-

отказов (до достижения межремонт-

ных сроков). Безотказность и надежность отдельных элементов и здания в целом имеют вероятностную природу, так как место и время возникновения неисправностей и отказов, длительность службы до первого отказа, капитального ремонта, последующий поток отказов и восстановлений, общий срок службы элементов и объектов являются случайными функциями времени, т. е. представляют собой совокупность одновременных непрерывных стационарных и нестационарных процессов. Задача оптимизации межремонтных сроков с вероятностных позиций, особенно для здания в целом, весьма сложна, так как должна кроме технических учитывать экономические и даже социальные аспекты. Вероятность разрушения стержневой или слоистой системы при одинаковых эксплуатационных условиях зависит, кроме того, от числа элементов и степени статической неопределимости. По этим соображениям в строительстве оправдано более широкое применение монолитных и сборно-монолитных конструкций, имеющих повышенную надежность, лучше сопротивляющихся прогрессирующему разрушению. Рост интенсивности потока отказов (снижение вероятности безотказной работы) за пределами периода стабильной (нормальной) эксплуатации в многоэлементной системе не означает, что ее нужно прекратить. Как правило, эксплуатацию неосновных элементов здания можно продолжать, выполняя лишь поддерживающий ремонт или даже без ремонта, заставляя их на определенный период работать на износ, если это не связано с существенным ростом эксплуатационных расходов. Естественно, необходим повышенный надзор за такими элементами для возможности принятия оперативных управленческих решений владельцем здания.

Еще на этапе проектирования следует определиться: либо иметь большие капитальные вложения в долговечность элементов здания и небольшие текущие затраты, либо иметь меньше начальных капитальных вложений в менее долговечные элементы здания, но высокие последующие затраты средств и времени на их техническое обслуживание и ремонты. Решение принимать владельцу здания с учетом конкретной ситуации, степени инфляции и т. д.

НОРМИРОВАНИЕ СРОКОВ СЛУЖБЫ ЗДАНИЙ ПО НОРМАМ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН

Термин "срок службы" является ключевым при проектировании, оценке и прогнозировании долговечности зданий и сооружений. Следует отметить, что "сроки службы" нормами проектирования как у нас, так и за рубежом в последнее время не нормировали. Считалось, что выполнение расчетов по I и II группам предельных состояний и соблюдение нормативных требований (в части параметров защитного слоя, антикоррозионных покрытий и т. д.) обеспечивают "достаточную" долговечность.

Различные системы примерно равной долговечности могут заметно отличаться распределением времени безотказной работы, причем в неоптимальных системах весь срок службы может быть заполнен непрерывными ремонтами, свидетельствующими о ненадежности системы (здания) в целом. Некоторые специалисты трактуют нормативный срок службы отдельного элемента как срок до его замены. В этом случае элемент эксплуатируется на износ без текущих и капитальных ремонтов.

Однако практически все строительные элементы и системы инженерного оборудования являются восстанавливаемыми, и именно текущие и капитальные ремонты, сочетаемые с частичными заменами, обеспечивают их полный нормативный срок службы. Изложенные соображения в той или иной мере (с учетом уровня развития теории на то время) принимались во внимание при разработке в бывшем СССР системы ППР.

Основным моментом в данной системе является назначение общего и межремонтных сроков службы элементов и зданий. В целом можно сформулировать следующие определения данных терминов (см. рис. 3):

— **полный нормативный срок службы (ПНСС)** — отдельные элементы и здания в целом — установленная нормами общая календарная продолжительность эксплуатации до достижения предельного состояния, характеризующегося ресурсным отказом (РО). При этом дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена из-за неустранимого нарушения требований безопасности или из-за массового неустранимого "выхода" заданных ПЭК основных конструкций за минимальные допустимые пределы (МП), что приводит к непропорциональному снижению эффективности эксплуатационных расходов и т. д. ПНСС количественно определяется как ориентировочный технический ресурс, т. е. суммарная наработка до предельного состояния. Он характеризует долговечность изделия — стадию жизненного цикла, на которой реализуется, поддерживается (техническое обслуживание — ТО) и восстанавливается (текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты) его качество;

— **полный фактический срок службы (ПФСС)** — должен быть (и чаще всего есть) не меньше нормативного, значения которого установлены с определенной доверительной вероятностью, и при этом фактические характеристики материалов не полностью исчерпывают свой ресурс. Степень превышения ПФСС над ПНСС зависит от начальной надежности конструкций и уровня ее технической эксплуатации;

— **остаточный срок службы (ресурс) (ОСС)** — суммарная наработка от момента обследования до наступления предельного состояния;

— **межремонтный нормативный срок службы (МНСС)** — установленная в нормах ориентировочная средняя календарная продолжительность эксплуатации между капитальными ремонтами. МНСС наряду с ПНСС используется для планирования капитальных ремонтов и оценки эффективности организации технической эксплуатации между ремонтами с точки зрения обеспечения безотказной работы элементов. В этот период осуществляются только техническое обслуживание и текущие ремонты, включая надзор за возможным появлением единичных отказов, оценку значимости появившихся дефектов и динамики изменения технического состояния здания в целом. При этом уточняются фактические объемы работ по текущим ремонтам, а также сроки проведения предпроектных обследований и капитальных ремонтов в зависимости от того, какая стратегия технической эксплуатации применяется на данном объекте.

На этой стадии, как правило, имеют дело с постепенными деградиционными отказами или "сбоями" (мелкими отказами), не проявляющимися в виде появления критических дефектов. Объемы и сроки восстановительных мероприятий при этом определяются накопившимся объемом отказов в несущих и ненесущих кон-

струкциях. В стратегии ППР в межремонтные сроки осуществляют поддержание ПЭК на заданном уровне (ТО), текущий ремонт для устранения мелких дефектов (ТР) и отдаления капремонтов (КР), которые восстанавливают техническое состояние, существенно сниженное за счет ощутимого объема накопившихся дефектов (в основном некритического характера) до уровня, обеспечивающего нормальные эксплуатационные качества.

При установлении нормативных сроков службы зданий учитывались их назначение и группа капитальности. В [9] для жилых зданий выделено шесть групп по капитальности и для общественных — девять, а в [10] для производственных зданий установлено семь групп. Выходу данных документов предшествовали обширные исследования износа зданий и их элементов в натуральных условиях и теоретические проработки, в том числе с элементами приближенных вероятностных расчетов. Не подвергая анализу конкретные численные данные, следует отметить, что они, тем не менее, получены в основном методами экспертных оценок и экстраполяции, что в данной области является весьма приближенным приемом, особенно для производственных зданий, где классификация по долговечности значительно затруд-

нена из-за большого разнообразия функциональных требований к зданиям, видов и интенсивности воздействий в зданиях с различными технологическими режимами. В связи с этим, для жилых и общественных зданий были занормированы полные сроки службы для здания в целом и для его отдельных элементов, а также рекомендована периодичность текущих и капитальных ремонтов, а для производственных — только периодичность капитальных ремонтов для трех групп условий эксплуатации.

Учитывая, что документы [9, 10] уже давно стали библиографической редкостью, для иллюстрации исторического подхода к планированию технической эксплуатации в таблицах 1–3 приведены фрагменты из положений [9, 10], касающихся основных несущих конструкций зданий. К сожалению, данная система планирования (ППР) оказалась нежизнеспособной в бывшем СССР из-за отсутствия надлежащего контроля и финансирования, и в 1991 году положения [9, 10] были отменены, а для жилых и общественных зданий приняты ВСН 58 [11], в которых межремонтные сроки для элементов здания остались в целом прежние, а таблицы для нормативных сроков проведения

Таблица 1. Нормативные усредненные сроки службы жилых домов, их конструктивных элементов (извлечение из [9])

Наименование зданий, их конструктивных элементов и отделки	Усредненные сроки службы в годах по группам капитальности зданий				
	I	II	III	IV	V
1. ЖИЛЫЕ ДОМА Сроки службы жилого дома в целом	150	125	100	50	30
Конструктивные элементы зданий					
2. ФУНДАМЕНТЫ:					
Ленточные бутовые на сложном или цементном растворе, бетонные и железобетонные	150	125	100		
Ленточные бутовые на известковом растворе				50	
Бутовые и бетонные столбы					30
Деревянные ступья					10
3. СТЕНЫ:					
Особо капитальные, каменные (кирпичные при толщине 2,5–3,5 кирпича) и крупноблочные на сложном или цементном растворе	143				
Каменные обыкновенные (кирпичные при толщине 2–2,5 кирпича), крупноблочные и крупнопанельные		125			
Каменные облегченной кладки из кирпича, шлакоблоков и ракушечника			100		
Деревянные рубленые и брусчатые				50	
Деревянные сборно-щитовые, каркасные: глинобитные и саманные					30
4. ПЕРЕКРЫТИЯ:					
Железобетонные сборные и монолитные	150	125	100		
С кирпичными сводами или бетонным заполнением по металлическим балкам		125	100		
Деревянные по металлическим балкам		80	60		
Деревянные по деревянным балкам		60	60	50	30
5. ЛЕСТНИЦЫ:					
Площадки железобетонные, ступени плитные каменные по металлическим, железобетонным косоурам или железобетонной плите	100	100	100		
Накладные бетонные ступени с мраморной крошкой	50	50	50		
Деревянные				15	15

Таблица 2. Периодичность выборочного (ВК) и комплексного капитального (КК) ремонтов для зданий различных групп капитальности (извлечение из [9])

Наименование группы здания	Общий срок службы здания, год	Периодичность ремонтов
А. ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ		
I. Здания каменные, особо капитальные; фундаменты каменные и бетонные; стены каменные (кирпичные и крупноблочные); перекрытия железобетонные	150	ВК — через 6 лет КК — через 30 лет
II. Здания каменные, обыкновенные; фундаменты каменные; стены каменные (кирпичные, крупноблочные и крупнопанельные); перекрытия железобетонные или смешанные	125	ВК — через 6 лет КК — через 30 лет
III. Здания каменные облегченные; фундаменты каменные и бетонные; стены облегченной кладки из кирпича, шлакоблоков и ракушечника; перекрытия деревянные или железобетонные	100	ВК — через 6 лет КК — через 24 года
IV. Здания деревянные рубленые и брусчатые, смешанные; фундаменты ленточные бутовые; стены рубленые, брусчатые и смешанные (кирпичные и деревянные); перекрытия деревянные	50	ВК — через 6 лет КК — через 18 лет
V. Здания сборно-щитовые, каркасные, сырцовые, глинобитные, саманные и фахверковые; фундаменты на деревянных стульях или бутовых столбах; стены каркасные, глинобитные и др.; перекрытия деревянные	30	ВК — через 6 лет КК — нет
Б. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ		
I. Здания каркасные с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменным материалом	175	ВК — через 6 лет КК — через 30 лет
II. Здания с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы железобетонные или кирпичные; перекрытия железобетонные	150	ВК — через 6 лет КК — через 30 лет
III. Здания с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы железобетонные или кирпичные; перекрытия деревянные	125	ВК — через 6 лет КК — через 30 лет
IV. Здания со стенам из облегченной каменной кладки; колонны и столбы железобетонные или кирпичные; перекрытия железобетонные	100	ВК — через 6 лет КК — через 30 лет
V. Здания со стенами из обложенной каменной кладки; колонны и столбы кирпичные или деревянные; перекрытия деревянные	80	ВК — через 6 лет КК — через 24 года
VI. Здания деревянные с бревенчатыми или брусчатыми рублеными стенами	50	ВК — через 6 лет КК — через 18 лет
VII-IX. Здания деревянные (каркасные и щитовые), палатки, лотки, киоски и т. п.	25-10	ВК — через 6-5 лет КК — нет

Таблица 3. Периодичность капитального ремонта производственных зданий в зависимости от группы капитальности и условий эксплуатации (извлечение из [10])

Капитальность здания	Периодичность капитальных ремонтов, годы		
	В нормальных условиях	В агрессивной среде и при переувлажнении	При вибрационных нагрузках
С железобетонным или металлически каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами	20	15	6
С каменными стенами из тучных камней или крупноблочные; колонны и столбы железобетонные или кирпичные с железобетонными перекрытиями	15	10	6
То же, с деревянными перекрытиями	12	10	6
Со стенами из обложенной каменной кладки; колонны и столбы кирпичные или железобетонные; перекрытия железобетонные	12	10	5
Со стенами из облегченной каменной кладки, колонны и столбы кирпичные или деревянные; перекрытия деревянные	10	7	6
Деревянные с брусчатыми или бревенчатыми рублеными стенами	10	8	5

капитальных ремонтов жилых и общественных зданий скорректированы (упрощены) с уменьшением в целом межремонтных сроков. Общий срок службы зданий был исключен из перечня нормируемых (или хотя бы рекомендуемых) параметров. Думается, что этого делать не следовало, так как кроме уже изложенного,

во-первых, общий срок службы (нормированный) является основой для определения норм амортизационных отчислений, а во-вторых — долговечность здания является важным параметром при построении продуманной долгосрочной градостроительной политики.

В системе ТНПА Республики Беларусь в области нормирования технических характеристик зданий, методов их оценки, планирования мероприятий по технической эксплуатации и т. д. [2, 8, 12–15] практически сохранены конкретные численные значения межремонтных сроков, чтобы не нарушать сложившуюся структуру финансирования содержания основных фондов. Были лишь несколько изменены соответствующие таблицы с учетом появления новых типов здания и видов строительных материалов [12, 13]. По сути полный срок службы зданий косвенно учитывается при назначении норм амортизационных отчислений (НАО). Данные [16], действующие до настоящего времени на территории Республики Беларусь, свидетельствуют, что существующие НАО для сходных видов зданий аналогичны принятым в 60-х годах прошлого века, т. е. их долговечность подразумевается такой же. Характерно, что для высотных особо капитальных зданий современного типа и для многоэтажных зданий (включая здания ГЭС и др.) установлены НОА соответственно 0,4 и 1,0, чему соответствует полный срок службы 250 и 100 лет. Это предполагает выполнение многочисленных капитальных ремонтов, если ориентироваться на межремонтные сроки, установленные в [11–13]. Очевидно, что данные [12, 13] требуют более тщательного научного обоснования и уточнения.

Следует продолжить исследование долговечности современных строительных систем с предложениями по нормированию сроков их службы, учесть зарубежный опыт по аналогичным объектам. Это дает возможность при разработке проектов на научной основе выбирать набор типов конструкций в зданиях с позиции разумного сочетания их долговечности.

Установленные в нормах проектирования ТКП EN-1990 [17] проектные сроки эксплуатации (design working life), по сути, являются межремонтными сроками, на которые при проектировании следует ориентироваться, подбирая параметры, определяющие долговечность конструкции (защитные слои и плотность бетона и т. д.), а также определяя значения параметров безопасности для характеристик материалов и нагрузок. Они установлены в зависимости от класса здания (определяемого его назначением и т. д.) в пределах 10–100 лет (таблица 4), и для сопоставимых классов значительно превышают значения межремонтных сроков, установленных в отечественных нормах по эксплуатации [12, 13].

Следует отметить, что общий срок службы зданий в европейских стандартах не занормирован. Для практических расчетов основополагающие европейские стандарты рекомендуют для существующих конструкций все же применять на весь проектный срок службы (межремонтный) при расчетах по I группе предельных состояний постоянное значение индекса надежности β ,

равное проектному значению для новых (проектируемые) конструкций β_{lag} [1]. Лишь в отдельных случаях для конструкций с простой расчетной схемой и ограниченной номенклатурой достаточно хорошо изученных воздействий (например, мостовых, где принято осуществлять постоянный мониторинг за их техническим состоянием) имеются общие предложения о допустимости снижения требуемого индекса надежности (коэффициентов безопасности) во времени для экономии ресурсов на проведение ремонтных работ. Однако, как отмечают ведущие специалисты в данной области, там, где речь идет о безопасности людей, экономические проблемы должны отходить на второй план. Намного важнее тщательнее и регулярнее проводить диагностику конструкций, отслеживать динамику изменения технического состояния, что позволит более обоснованно осуществлять его прогноз, обеспечивать соблюдение проектных сроков службы зданий и их обоснованное продление.

На это нацелена недавно введенная в действие на территории Евросоюза система стандартов ISO 15686 (части 1–8) "Здания и недвижимое имущество. Планирование срока службы", разработанная в рамках технического комитета ISO/TC 59 "Строительные конструкции", специализированным подкомитетом SC-14 "Проектный срок службы". Основная цель данных документов — создание механизма выработки правил и мер, гарантирующих соблюдение требований Директивы 89/106 ЕЭС и требований национальных регламентов в части обеспечения безопасности в течение всего остаточного периода службы существующих зданий и сооружений, оптимизации технического обслуживания и ремонта. Следует отметить, что определения большинства терминов, примененных в данных стандартах, близки по смыслу к использованным в ТНПА Республики Беларусь [8, 12–15]. Необходимо привести еще несколько полезных для изучения рассматриваемой проблемы терминов:

— service life (SL — срок службы) — период времени после возведения здания, в течение которого параметры эксплуатационных качеств всего здания и его отдельных элементов соответствуют установленным требованиям;

— design life (DL — проектный срок службы) — трактуется как предполагаемый заданный (назначенный в проекте) срок службы;

— estimated SL (ESL — оцененный расчетом) — уточненный по натурным данным срок службы в конкретных условиях эксплуатации;

— reference (RSL — рассматриваемый, стандартный срок службы) — характеризует установленную соответствующими документами долговечность

Таблица 4. Ориентировочные значения проектного срока эксплуатации из ТКП EN 1990 [17]

Категория расчетного срока службы	Ориентировочный срок службы, годы	Примеры
1	10	Временные конструкции ¹
2	От 10 до 25	Заменяемые части конструкций, например, подкрановые балки, опоры
3	От 15 до 30	Сельскохозяйственные и подобные им конструкции
4	50	Конструкции зданий и другие обычные конструкции
5	100	Конструкции монументальных зданий, мосты и другие инженерные сооружения

¹ Конструкции или части конструкций, которые могут быть демонтированы для повторного использования, не рассматриваются как временные.

в стандартных условиях эксплуатации. Он может быть установлен:

- а) производителем;
- б) на основе предыдущего опыта эксплуатации аналогичных материалов или элементов;
- в) в документах и сертификатах, выданных уполномоченными органами;
- г) в строительных нормах.

Характерно требование ISO 15686-1 [1], чтобы все действия по техническому обслуживанию и замене конструкций, элементов и материалов обосновывались экономически. В стандарте детально расписано, какие эксплуатационные качества должны учитываться и оцениваться, какие установлены ПЭК и как (в целом) они должны контролироваться.

Важным моментом является рекомендуемая классификация минимальных проектных сроков службы отдельных элементов здания в зависимости от полного проектного срока службы всего здания. В таблице 5 даны практические рекомендации по выбору долговечности элементов здания с короткими или длительными сроками службы. Для конкретных видов элементов из всей массы ПЭК надо выделять критические, которые определяют возможность отказа элементов, и на них сконцентрировать усилия по надзору и восстановлению.

В ISO 15686-1 [1] прописано, какие воздействия наиболее опасны для долговечности элементов из различных материалов. Полезной является классификация категорий возможных последствий отказов и их причин. В таблице 6 даны рекомендации по выбору критериев отказов, требующих капитального ремонта или полной замены. Для оценки долговечности материалов и элементов здания в конкретных условиях эксплуатации и последующего планирования их срока службы, периодичности ремонта и замены предлагаются несколько

методов, в том числе строгих, основанных на проведении обследований, испытаний (в том числе ускоренных) и исследовании интенсивности процессов деградации конструкций в ходе технической эксплуатации опытными инженерами и экспертами.

Возможен также приближенный подход (например, factor method), основанный на том, что "стандартная" долговечность материала или элемента (RSLC), установленная соответствующими документами, корректируется группой коэффициентов, учитывающих конкретные условия эксплуатации, значение которых (0,8–1,2) установлены на основе экспертных оценок. Учитывается семь факторов:

- а) качество компонентов (в состоянии поставки);
- б) качество проектного решения (в части наличия и надежности антикоррозионной защиты и т. п.);
- в) уровень исполнения (в части точности соблюдения установленных требований к качеству строительных работ);
- г) параметры микроклимата (в части влияния конкретных условий эксплуатации на степень деградации свойств материалов и элементов);
- д) параметры природных климатических воздействий и условий, таких как ветер, осадки, отрицательные температуры и их сочетания (в той же части, что и в п. "г");
- е) специфика конкретных условий эксплуатации, зависящих от назначения здания (например, в жилых зданиях, на производственных предприятиях);
- ж) уровень обслуживания (в части точности соблюдения конкретных требований по надзору и обслуживанию, например, для труднодоступных элементов, указаний по применению специального оборудования и т. д.).

Еще на этапе проектирования следует предусматривать возможность применения эффективных методов изменения назначения здания без значительных затрат, прекращения использования и демонтажа отдельных

Таблица 5. Рекомендуемый минимальный срок службы (долговечность) элементов зданий (извлечение из [1])

Группа зданий	Проектный срок службы здания	Недоступные или основные несущие элементы зданий	Элементы, замена которых технически сложна или затратна	Массовые заменяемые элементы	Элементы и детали, заменяемые в процессе ТО
1	Не ограничен	Не ограничен	100	40	25
2	150	150	100	40	25
3	100	100	100	40	25
4	60	60	60	40	25
5	25	25	25	25	25
6	15	15	15	15	15
7	10	10	10	10	10

Таблица 6. Рекомендуемая градация последствий отказов (извлечение из [1])

Категория	Последствия	Примеры отказов
1	Угроза для жизни	Внезапное разрушение конструкции
2	Риск травматизма	Дефекты ступеней, повреждение лестниц
3	Опасность для здоровья	Постоянная сырость
4	Дорогостоящий ремонт	Значительное укрепление основания и фундаментов
5	Большие затраты на многократно повторяющиеся ремонты	Замена оконных запорных устройств, отделки
6	Перерыв в использовании здания	Авария в системе теплоснабжения
7	Нарушение уровня защиты от проникновения	Повреждения дверных замков
8	Несущественные неудобства	Замена осветительных приборов

элементов и здания в целом. Среди возможных причин таких действий выделяют:

— функциональные (отпала необходимость дальнейшего использования здания, например, при прекращении производства данных изделий);

— технологические (требуется изменить основные показатели здания или элементов в связи с изменением назначения);

— экономические (элементы полностью работоспособны, но их эксплуатация затратна, например, замена устаревших обогревательных приборов на более эффективные).

Должны применяться наиболее эффективные способы описанных вмешательств в процесс эксплуатации с минимальными экономическими и социальными потерями. При проектировании надо иметь в виду, что долговечность рассматриваемого имущества (здания и сооружения) может быть достаточно велика, и за весь срок службы могут неоднократно меняться их владельцы, выполняться пристройки, надстройки, изменяться назначения и т. д. Поэтому вся история его жизненного цикла должна тщательно документироваться. Демонтаж здания при прекращении его использования, особенно зданий, не достигших предельного износа, а также разборных и временных зданий должен выполняться с максимальным сохранением конструкций, предполагая их дальнейшее повторное использование. Методы решения изложенных в части 1 стандарта ISO 15686 [1] основных проблем, возникающих в процессе эксплуатации зданий, конкретизируются в последующих частях стандарта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом можно заключить, что, несмотря на определенные отличия европейских норм, связанных

с эксплуатацией здания, от отечественных по структуре, наполнению, многим терминам и определениям, их введение в странах СНГ в качестве информационных документов (в рамках процесса гармонизации) позволило бы использовать большой опыт стран Еврoзoны, сблизить отечественные нормы в той части, где это позволяют реальные возможности и национальная специфика. В частности это касается системы стандартов ISO 15686-1 [1].

При этом следует принимать во внимание, что в различных европейских документах многие термины, связанные с долговечностью, сроками службы зданий и их обслуживанием, имеют различные определения, иногда противоречащие друг другу. В качестве примера можно рассмотреть термин "repair" (ремонт). Определение, принятое в Республике Беларусь [14], ближе к принятому в ISO 15686-1 [1], разработанному специалистами в области эксплуатации зданий, и точнее отражающему суть вопроса: ремонт — это восстановление утраченных свойств (устранение физического износа) в отличие от реконструкции, которая изменяет основные технико-экономические показатели, приводит параметры здания к уровню современных требований.

Такие нестыковки неизбежны при международной кооперации в области строительного бизнеса, так как многочисленные европейские нормы и стандарты разрабатываются различными международными организациями (ISO, CEN и др.). У каждой из них свои источники финансирования, планы работы технических комитетов, различная квалификация и амбиции авторов и т. д. Поэтому при разработке нормативных документов в странах СНГ, принимая все ценное изработанного зарубежными специалистами, не следует повторять их ошибок, шире использовать большой опыт, накопленный в СССР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Buildings and constructed assets-service life planning (Parts 1-9): ISO 15686-1:2000 (E). — 2009.
2. Нормативная база Республики Беларусь в области технической эксплуатации, обследования и реконструкции зданий и сооружений. Предотвращение аварий зданий и сооружений: сб. науч. тр. / В. Г. Казачек. — М., 2009, вып. 8.
3. Отечественная практика и зарубежный опыт нормирования в области обследования и технической эксплуатации зданий, подготовка аттестации специалистов по данным направлениям: сб. науч. ст. "Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров" / В. Г. Казачек, Е. Л. Коршун, А. Е. Шилов. — Гродно, 2010.
4. Актуальные проблемы повышения эксплуатационной надежности зданий и сооружений: генеральные доклады Междунар. конф. "Инженерные проблемы современного бетона и железобетона" / В. Г. Казачек, Д. Н. Лазовский. — Минск, 1997.
5. Казачек, В. Г. Проблемы обеспечения надежности железобетонных конструкций при проектировании, обследовании и эксплуатации зданий и сооружений / В. Г. Казачек // Строительная наука и техника. — 2007. — № 6. — С. 28-38.
6. Колотилкин, Б. М. Долговечность жилых зданий / Б. М. Колотилкин. — М.: Стройиздат, 1965.
7. Рогонский, В. А. Математический метод оценки долговечности и надежности элементов зданий / В. А. Рогонский // АН СССР "Экономика и математические методы". — 1969. — Том V, вып. 1.
8. Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации: СНБ 1-04.01-2004. — Минск: Минстройархитектуры, 2004.
9. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий. Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1965.
10. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений. Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1974.
11. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. Нормы проектирования: ВСН 58-88 (Р). — М.: Госкомархитектуры, 1990.
12. Техническая эксплуатация жилых и общественных зданий и сооружений. Порядок проведения: ТКП 45-1.04-14-2005. — Минск: Минстройархитектуры, 2006.
13. Техническая эксплуатация производственных зданий и сооружений. Порядок проведения. ТКП 45-1.04-78-2007 (02250). — Минск: Минстройархитектуры, 2007.
14. Ремонт, реконструкция и реставрация жилых и общественных зданий и сооружений: СНБ 1.04.02-02. — Минск: Минстройархитектуры, 2002.
15. Проектная документация на ремонт, модернизацию и реконструкцию жилых и общественных зданий и сооружений. Порядок разработки и согласования: ТКП 45-1.02-104-2008. — Минск: Минстройархитектуры, 2008.
16. Единые нормы амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства СССР. Утверждены постановлением Совета Министров СССР от 22.10.1990 № 1072.
17. Основы проектирования конструкций: ТКП EN 1990-2009. — Минск: Минстройархитектуры, 2010.

Статья поступила в редакцию 16.11.2010.