

Достоверность оценки технического состояния объектов

В свете рисков приватизационных мероприятий

Евгений Перчик

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник СВНЦ НАН Украины, заведующий отделом УИСЭМ (Харьков)

Михаил Гаевский

генеральный директор Высшей технической школы (Харьков)

Владимир Московкин

кандидат географических наук, докторант ХГУ, эксперт УИСЭМ (Харьков)

Георгий Польщик

главный инженер Кременчугской ТЭЦ

Александр Разумовский

заведующий отделом СВНЦ НАН Украины (Харьков)

ВВЕДЕНИЕ

На показателях технического состояния зданий и сооружений различного назначения, технологического оборудования, транспортных средств базируется установление их стоимости при подготовке к приватизации**. Данная информация объективно необходима также будущим владельцам или акционерам для принятия аргументированных решений в отношении перепрофилирования объектов и определения остаточного ресурса с целью обеспечения безаварийных условий дальнейшей эксплуатации. На этом хотелось бы заострить внимание, исходя из следующих соображений: если раньше экстремальные ситуации создавались и ликвидировались общими усилиями, то теперь за них в первую очередь будет отвечать собственник, и нетрудно представить его положение, например, при обрушении перекрытия в здании, переоборудованном под

зрелищный центр. И вряд ли утешительными окажутся дальнейшие дебаты вокруг дефектов проекта реконструкции, качества проведения строительно-монтажных работ и соблюдения всевозможных предписаний в ходе эксплуатации. Значительно *более оправдана ставка на предупреждение негативных последствий за счет точной оценки технического состояния и выработки с ее учетом рациональной коммерческой стратегии.*

В ближайшей перспективе предполагаемый собственник не сможет обойтись без участия в анализе заключений о техническом состоянии объектов и соответствующих проектов модернизации

Несомненно ключевым моментом является гарантия достоверности такой оценки. Причем достаточно очевидны факторы, препятствующие ее достижению: общий износ основных фондов, находящихся зачастую в нештатных условиях функционирования; резко выраженный дисбаланс между участками с новейшими и рутинными технологиями, взаимосвязанными в рамках единого производства; низкая ремонтпригодность значительной части сооружений и оборудования; актуальность переустройства, которое, как правило, сопряжено с неординарностью соответствующих технических решений (перечень легко продолжить). Положение усугубляется реалиями переходного периода в среде научно-технических и проектных подразделений: практически утрачены действовавшие механизмы ответственности за достоверность выдаваемых результатов, радикально трансформировалось управление комплексными работами, нарастает опасность необратимой деградации во многом

уникального кадрового потенциала. Отметим также *неразвитость финансового страхования технических рисков* — важнейшего гаранта целесообразности различных проектов в новых условиях и наряду с этим адаптивного регулятора механизмов их практической реализации.

С учетом изложенного вероятно, что в ближайшей перспективе предполагаемый собственник не сможет обойтись без участия в анализе заключений о техническом состоянии объектов и соответствующих проектов модернизации с точки зрения все той же достоверности. Естественно, возникает вопрос: можно ли в принципе судить о существовании материалов, подготовленных узкопрофильными специалистами? По нашему мнению, ответ может быть положительным, если рассматриваемые доводы формализованы или допускают глубокую реструктуризацию. В этой связи примем во внимание два следующих альтернативных варианта.

1. Имеется детально регламентированная методика оценки технического состояния объекта, руководствуясь которой информация о его характеристиках можно отразить количественно и, подставив в некую критериальную зависимость, прийти к четкому однозначному заключению. Добывание указаний информации может потребовать какой угодно специальной квалификации и усилий, в принципе, тем не менее, допуская объективную проверку результатов.

2. Характеристика происходящего процесса в каких-либо четких категориях и его расчетное моделирование вследствие сложности, многогранности, а также неясности внутренних закономерностей практически бесперспективны, соответственно принятие решения может базироваться исключительно на субъективных экспертных оценках. В чистом виде такой подход общепринят при оценивании художественных произведений.

Итак, *доказательность суждений о достоверности теоретически может располагаться в диапазоне от абсолютного формализма до полной эвристики*, и из общих соображений понятно, что задачам технического профиля присущ некоторый паллиатив. В статье *предпринята попытка идентифицировать взаимоотношение между названными компонентами процедуры принятия решений о техническом состоянии объектов, а также наметить схему ее осуществления.* Последняя зависит в некоторой степени от того, ведется ли речь о строительных конструкциях, машинных агрегатах

*Истина дороже (лат.)

**См. статью А. Полякова в «БИ» № 1-2' 95.— С. 16-17.

или же радиоэлектронных устройств. Ниже с целью конкретизации мы будем ориентироваться главным образом на объекты недвижимости.

СИСТЕМНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ

В контексте приватизационной тематики встречаются упоминания о методиках оценок технического состояния различных объектов, подразумевающие возможность их регламентации, что создает неверное впечатление. На самом деле *присутствие эвристики*, как было отмечено, практически неизбежно, и это *оставляет лишь шансы поиска рационального методологического подхода к решению рассматриваемой проблемы*, переводя ее в плоскость глобального научного направления, называемого системным анализом. Следование его общим положениям — неременный залог достижения положительных результатов.

Сочетание расчетных и субъективистских средств изучения современных технических объектов выдвигает на первый план необходимость упорядочения рассуждений, согласования выводов различного происхождения, то есть выражающихся количественно и в описательных категориях***. Неотъемлемым элементом проведения системных разработок является привлечение на отдельных этапах компетентных экспертов [1]. Вопросы перед ними ставятся в форме определения условной вероятности наступления событий при реализации некоторых начальных данных. Назначение экспертов и установление приоритетности их суждений тяжело поддается регламентации, однако для последующей обработки информации имеются стандартные вычислительные алгоритмы.

Важнейшую роль играет сугубо эвристическая операция оптимального расчленения (декомпозиции) рассматриваемой системы на ряд более простых, поведение которых непосредственно допускает расчетную или экспертную оценку. Связи между подсистемами могут характеризоваться как количественными, так и качественными показателями. Очердность проведения отдельных исследований, их сравнительную значимость, а также порядок стыкуются

ки и преемственность результатов принято отражать своеобразными иерархическими структурами. При этом используются данные экспериментов и прошлого опыта, расчетно-теоретические проработки, эвристические соображения.

Согласно [2] декомпозиция фактически сводится к согласованию возникающих подсистем так, чтобы их результирующее воздействие стремилось к решению исходной задачи. В связи с этим *большое значение придается эффективности взаимодействий между подсистемами*. Заметим, что в общей постановке проблема декомпозиции, сохраняющей целостные интегративные свойства предмета исследований, считается весьма сложной [3].

Реструктуризация в системном анализе должна органично сочетаться с синтезом (агрегированием), объединяющим в конечный результат множество частных решений [4]. Обратим также внимание на оригинальный — в большей степени акцентированный агрегированные проявления — методологический подход [5]. По определению Т. Саати [6], *иерархия считается полной, если каждый элемент данного уровня функционирует как критерий для всех элементов нижестоящих уровней*.

Оценка надежности современного здания, состоящего из большого количества разнообразных по сложности компонентов, подверженных нестационарному нагружению, относится к области системного анализа [7]. При этом неодинаковая значимость отдельных частей и воздействий порождает естественную иерархию.

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ПРИЗНАКОВ

Рабочим аппаратом определения параметров надежности является техническая диагностика, которая трактуется как распознавание состояния объектов в условиях ограниченной информации и базируется на теории распознавания образов [8]. Очевидно, *существенное значение имеет выбор показателей функционирования системы* — принято говорить о признаках и их диагностической ценности, определяющихся с использованием специальных информационных алгоритмов. Последние обычно не обходятся без эвристических компонентов, привлекаемых, что следует подчеркнуть, весьма целенаправленно.

Методология системного анализа нашла продуктивное применение в газодобывающем комплексе [9]. Авто-

ры данной монографии выбрали удачную форму изложения схемы принятия управленческих решений, основанной на вероятностно-статистической обработке экспертных заключений и некоторых обобщенных признаках, отвечающих различным типам гипотетически возможной аварийности. Заметим, что количество этих признаков, даже для многокомпонентных систем, невелико. *В ходе их вычисления и ранжировки используются алгоритмы корреляционного, регрессионного и факторного анализа, а также более специальные способы сжатия информации*. С аналогичных позиций проблема гарантийного надзора за состоянием сложных технических систем исследована в общей постановке [10].

Зачастую в реальных ситуациях трудно количественным образом отразить признаки вроде «значительный износ», «монолитная кладка» и т. п. *Эффективные средства приведения подобной описательной информации к адекватным количественным соотношениям разработаны с помощью теории нечетких множеств*. В [11] они проиллюстрированы примерами интегративной оценки состояния сооружений, пострадавших от землетрясения.

Особенно опасно положение, при котором соответствующий критерий исчерпания несущей способности нарушается незначительной вариацией одного из обобщенных признаков, иначе говоря, система неустойчива. Во избежание аварий важно обоснованное расчетное прогнозирование, для которого перспективно совершенствование методов теории чувствительности [12].

Заметим, что приемы диагностики в многом определяются типами исследуемых объектов. Так, поиск дефектов в радиоэлектронике традиционно связан с широкополостными тестовыми воздействиями [13], что по понятным причинам неприемлемо для объектов недвижимости.

НАДЕЖНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕСУРС

По существу цель оценки технического состояния заключается в установлении остаточного ресурса объекта, а также наиболее общих характеристик процесса накопления повреждений в ходе его эксплуатации. Но это идеальный вариант, и нельзя исключить, что какие-то источники последующих дефектов окажутся незамеченными, или предусмотреть все возможные перипетии развития событий. *Главное — в обязательном по-*

***Акад. Н. Н. Моисеев определил системный анализ как дисциплину, занимающуюся принятием решений в условиях, когда выбор альтернативы требует обработки сложной информации различной физической природы.

рядке не допустить возникновения аварийных ситуаций и обеспечить эффективный контроль показателей надежности функционирования. Иллюстрацией к сказанному служат следующие конкретные примеры.

1. Долгое время не принимались во внимание слабые вибрационные воздействия на здания и сооружения, создаваемые движением транспортных средств. Как оказалось, они ведут к дополнительной осадке фундаментов, из-за которой развиваются трещины. Так, для зданий Санкт-Петербурга 1880-1850 гг. постройки среднегодовая осадка 1911-1917 гг., составлявшая 0,3 мм/год, в 1927-1953 гг. возросла более чем в семь раз — до 2,2 мм/год. При этом единственным изменившимся фактором была интенсивность движения транспорта, и на расстоянии 30 метров от магистралей оговоренный эффект полностью нивелировался [14]. Считают, что, несмотря на некоторые эстетические потери, серьезные аварийные последствия в данном случае маловероятны.

2. На покрытие одноэтажного производственного здания из сборных предварительно напряженных железобетонных плит 12x3 м вместо легкого утеплителя, предусмотренного типовым проектом, был уложен асфальт. В результате расчетная нагрузка (без учета снеговой) и фактическая стрела прогиба превзошли соответствующие предельно допустимые значения, что, однако, не вызвало появления трещин на доступной для наблюдения нижней поверхности. На этом основании первоначально предполагалось признать состояние конструкций удовлетворительным или же уменьшить деформации посредством промежуточного подкрепления, что, хотя само по себе и довольно трудоёмко, может использоваться в некоторых других целях. Но вследствие специфических особенностей рассматриваемых конструктивных элементов их разрушение вполне может происходить от распространения внутренних трещин без визуально заметных проявлений или, как говорят, предвестников, что очень неприятно [15]. Было рекомендовано произвести несложные натурные испытания плит той же серии для уточнения резервов их несущей способности. В итоге, не желая погружаться в премудрости, строительно-монтажное подразделение решило полностью переделать покрытие.

3. На старых энергоблоках распространена обмуровка в виде нескольких сопряженных слоев разнородной

кирпичной кладки и жаростойкого бетона, на которые возлагается обеспечение теплоизоляционных, а также газуплотнительных или теплоизоляционных функций. При повреждениях на отдельных участках термостокослой расположенная за ним кладка может длительное время находиться в нештатных условиях эксплуатации. Затем состояние ее еще более осложняется вследствие усадки бетона, используемого для устранения исходного дефекта. Данный случай характерен отсутствием непосредственной опасности разного рода обрушений — происходящее снижение герметичности косвенно оказывает негативное влияние на производительность установки. По-видимому, это явилось причиной недостаточного внимания к некоторым техническим решениям, лишенным указанных недостатков.

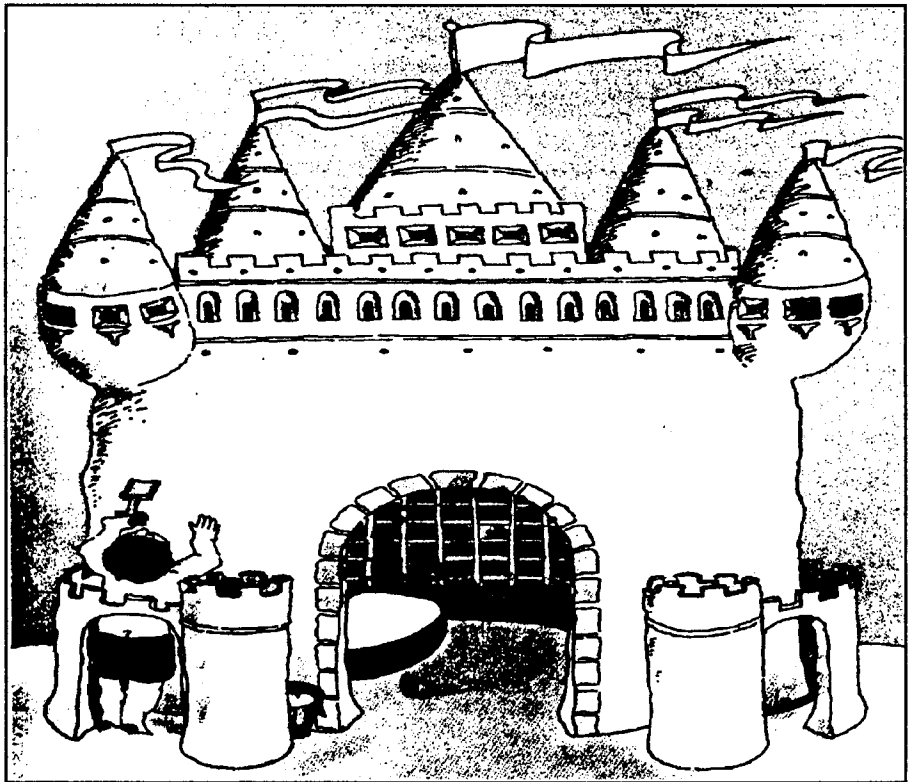
Как можно заметить, понятие надежности имеет в каждом случае свою интерпретацию. Однако критерии, отражающие степень риска принятия ошибочного решения, универсальны: наибольшего правдоподобия, разделения в пространстве признаков и др. [16]. Риск определяется как произведение величины события на меру возможности его реализации.

Техническая диагностика является составной частью теории надежности, допускающей различную трак-

товку. Для объектов рассматриваемого типа актуальна концепция Р. Барлоу и Ф. Прошана [17], ориентированная на исследование систем, которые состоят из «стареющих» элементов, с привлечением минимальной статистической информации. Принципы моделирования опасных режимов в сложных технических системах с акцентом на причинно-следственные связи между отказами отдельных блоков отражает статья [18].

Общая теория надежности строительных конструкций разработана А. Р. Ржаницыным [19]. Автором проанализировано влияние неблагоприятного сочетания внешних воздействий, износа и изменения прочностных характеристик, исследованы особенности параллельной работы элементов. Здесь также четко поставлен вопрос о запасах надежности в условиях риска человеческих жертв. Нормированию расчетных параметров конструкций и нагрузок посвящена работа [20].

Как отмечает А. Г. Ройтман [7], отказы отдельных элементов жилых зданий обычно относятся к категории частичных, приводя к общему снижению качества функционирования. Адаптация к внешней среде создается за счет наличия определенной избыточности технических характеристик, необходимых для выполнения



базовых функций. В результате возникают различные виды резервирования: нагрузочное, структурное, функциональное, временное. Ухудшение технического состояния зданий в первую очередь происходит вследствие изменения характеристик материалов конструктивных элементов и узлов сопряжений между ними. В [7] приведена также содержательная информация о наиболее опасных дефектах и практических способах выявления предельных состояний.

Наряду с расчетно-теоретическими подходами для принятия решений в отношении надежности строительных объектов исключительно велико значение критического анализа данных прошлого опыта, а также эмпирических соотношений, которым посвящен ряд обзорно-аналитических исследований [15, 21-24]. Методы и средства натурального обследования, то есть фиксации параметров, характеризующих состояние реальных объектов, обсуждаются в [25, 26].

Повышенное внимание привлекает плодотворная концепция исследования надежности В. В. Болотина, непосредственно касающаяся прогнозирования остаточного ресурса зданий и сооружений [27]. Причем их определяющие признаки эффективно идентифицируются посредством сопоставления результатов, вытекающих из априорных расчетных предпосылок, с текущей диагностической информацией, к полноте которой предъявляются сравнительно скромные требования. То есть, упор делается на использование объективно существующей зависимости данных натурального обследования от условий всего предшествовавшего периода эксплуатации. В контексте изложения разработана специальная модель накопления рассеянных повреждений, адекватно отражающая специфику разрушения элементов строительных конструкций, выделены также рубежи проведения исследований, при достижении которых требуется принятие экспертных решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании приведенных соображений можно предложить следующие практические рекомендации относительно этапов оценивания технического состояния объектов недвижимости.

1. С предельной тщательностью подойти к идентификации наиболее значимых параметров рассматриваемой системы и характеристик условий эксплуатации. Для этого привлечь компетентных экспертов и за-

тратить усилия на реализацию существующих алгоритмов согласования их позиций. Учесть целесообразность проведения предварительных визуальных обследований объектов (которые нетрудоемки).

2. Произвести полноценное натурное обследование с обязательным отражением данных об установленных предварительно определяющих факторах. Информативность получаемых результатов зависит от квалификации исполнителей, возможностей измерительной аппаратуры, сроков и затрат. Тем не менее, в отличие от предыдущего данный этап принципиально формализуем (пропущенный дефект можно обнаружить при более детальном обследовании).

3. Выполнить формализованную обработку полученной информации средствами технической диагностики и оценить резервы несущей способности, используя расчетные соотношения и критериальные зависимости теории надежности. Заметим, что методики при этом могут применяться самые различные — в зависимости от типов объектов, требуемой точности результатов, а также предпочтений конкретных исполнителей. Важен, однако, факт существования объективной проверки выводов.

4. Проанализировать технические решения, реализация которых необходима для проведения ремонтно-восстановительных работ и обеспечения эксплуатационной надежности объекта. Может показаться, что это не связано с поставленной задачей, но без представлений о путях устранения дефектов понятие остаточного ресурса теряет практический смысл.

5. Подытожить полученные результаты и вынести окончательное заключение, которое желательно обсудить с участием экспертов.

Строго говоря, уязвимым звеном данной схемы следует признать начальный этап, на котором эксперты могут пропустить опасный фактор в случае его неординарности. Проблему не решает в полной мере рациональное формирование круга экспертов другими, также достаточно грамотными, специалистами (по принципу назначения проверяющих над проверяющими).

Выходом из положения может служить сопоставление данных натурального обследования и соответствующих характеристик объекта, вычисленных с учетом сведений о предпосылках его проектирования и особенностях прошедшего периода эксплуатации (как это предусмотрено положениями [27]). Выявленные несоответствия указы-

вают путь к устранению допущенных ошибок.

Действуя таким образом, представляется возможным получать оценки технического состояния объектов недвижимости с максимально гарантированной достоверностью. Наряду с этим они достаточно обзорны в ходе независимого анализа.

Литература

1. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. — М., 1985.
2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем — М., 1973.
3. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. — М., 1974.
4. Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем. — М., 1985.
5. Дружинин В. В., Которов Д. С. Системотехника. — М., 1985.
6. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. — М., 1991.
7. Ройтман А. Г. Предупреждение аварий жилых зданий. — М., 1990.
8. Биргер И. А. Техническая диагностика. — М., 1978.
9. Ионин Д. А., Яковлев Е. И. Современные методы диагностики магистральных газопродов. — Л., 1987.
10. Гарантийный надзор за сложными техническими системами // Г. Е. Алпаидзе, Л. Г. Романов, А. А. Червонный, Ф. К. Шахтарин. — М., 1988.
11. Нечеткие множества и теория возможностей / Под ред. Р. Ягера. — М., 1986.
12. Хог Э., Чой К., Комков В. Анализ чувствительности при проектировании конструкций. — М., 1988.
13. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Берзаков, Н. В. Ништ, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонен. — М., 1968.
14. Савинов О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет. — М., 1979.
15. Рыбицкий Р. Повреждения и дефекты строительных конструкций. — М., 1982.
16. Мушкин Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. — М., 1990.
17. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. — М., 1984.
18. Северцев А. Н. Вопросы безопасности сложных технических систем // Пробл. машиностроения и надежности машин. — 1992. — № 6. — С. 35-43.
19. Ржаницын А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. — М., 1978.
20. Райзер Ф. Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций. — М., 1986.
21. Лашенко М. Н. Аварии металлических конструкций зданий и сооружений. — М., 1969.
22. Попов Г. Т., Бурак Л. Я. Техническая экспертиза жилых зданий старой постройки. — Л., 1986.
23. Физдель И. А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. — М., 1987.
24. Шкинев А. Н. Аварии в строительстве. — М., 1984.
25. Современные методы обследования зданий / Н. Г. Смоленская, А. Г. Ройтман, В. Д. Кириллов и др. — М., 1979.
26. Тетиор А. Н., Померанец В. Н. Обследование и испытание сооружений. — Киев, 1988.
27. Болотин В. В. Ресурс машин и конструкций. — М., 1990.

Материал предоставлен 08.02.95 г.