

УДК 528:711

Док. техн. наук ГАВРИЛЕНКО Ю. Н., инж. КУЗНЕЦОВА Д. С. (ДонНТУ)

**ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ЗДАНИЙ ПО ВЕЛИЧИНАМ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

В условиях установления частной собственности на землю, развивающегося рынка недвижимости очевидна необходимость совершенствования процедуры оценки недвижимости. При этом особое внимание должно уделяться учету влияния вредных факторов, существенно снижающих стоимость недвижимости. Для Донбасса одним из наиболее распространенных вредных факторов является расположение земельного участка в зоне влияния угледобывающих предприятий. Многие крупные города, такие как Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиево и др., в которых наблюдается постоянный рост спроса на недвижимость, расположены на угленосных территориях, под которыми ранее велись, ведутся в настоящее время и будут вестись в будущем подземные горные работы. Ведение подземных горных работ влечет за собой деформации земной поверхности, которые приводят к деформированию фундаментов зданий, ослаблению их конструкции, появлению трещин в фундаменте, стенах и другим повреждениям. Это вызывает дополнительные расходы на обслуживание подрабатываемых зданий и сооружений, что должно учитываться при денежной оценке земельных участков, расположенных на подрабатываемых территориях.

Особенности земельного участка оказывают непосредственное влияние на условия эксплуатации зданий и сооружений, расположенных на нем. Таким образом, в контексте изучения влияния вредных факторов на стоимость недвижимости, целесообразно под термином недвижимость понимать земельные участки, а также объекты, расположенные на земельном участке, перемещение которых невозможно без их обесценивания и изменения их назначения [1].

В отечественной науке и практике накоплен богатый опыт и знания по прогнозу деформаций земной поверхности при выемке угольных пластов, по прогнозу и оценке состояния зданий и сооружений, испытывающих указанные деформации [2, 3, 4, 5]. Вместе с тем практически отсутствуют работы по определению ущерба наносимого подземными горными работами объектам недвижимости.

В данной статье рассматривается подход к определению дополнительного физического износа подрабатываемого здания, на основе которого можно оценить ущерб, причиняемый зданиям, построенным без конструктивных мер защиты, в результате влияния горных работ, и определить величину снижения стоимости недвижимости.

Под физическим износом здания и его конструкций понимается потеря ими технико-эксплуатационных показателей вследствие действия природно-климатических, технологических факторов и жизнедеятельности человека [6]. Дополнительным физическим износом можно считать износ, приобретаемый в результате влияния дополнительного фактора, в данном случае – подземных горных работ. Поэтому здание, расположенное в зоне влияния горных работ, накапливает физический износ более быстрыми темпами, чем аналогичное не подрабатываемое здание.

Стоимость здания с учетом физического износа определяется по формуле:

$$C = B * (100 - I_{зд}), \quad (1)$$

где  $B$  – восстановительная стоимость здания;  
 $I_{зд}$  – физический износ здания, %.

Физический износ представляет собой снижение стоимости здания в результате потери отдельными элементами здания своих начальных технико-экономических показателей.

Степень физического износа определяется путем экспертной оценки состояния отдельных элементов и вычисления средневзвешенного износа с учетом удельного веса элементов в восстановительной стоимости здания.

Величина физического износа здания определяется по формуле:

$$I_{зд} = \sum_{i=1}^n I_{li} * \frac{l_i}{100}, \quad (2)$$

где  $I_{зд}$  – физический износ здания, %;  
 $I_{li}$  – физический износ отдельного элемента, %;  
 $l_i$  – удельный вес элемента в конструкции здания.

Для определения величины физического износа, приобретаемого в условиях подработки, необходимо рассмотреть, какие повреждения можно ожидать в зданиях, в зависимости от величин деформаций основания.

При определении физического износа особое внимание уделяется таким повреждениям, как трещины в стенах и фундаменте, потому что это влечет за собой значительные повреждения всего здания. Проявление износа в виде трещин приводит к снижению прочности кладки, нарушению температурно-влажностного режима помещения. Конструктивная схема здания, имеющего деформации в виде трещин, отличается от своего первоначального вида, и любые силовые воздействия могут привести к новым повреждениям конструкции здания. Износ несущих стен и фундаментов здания не ликвидируется полностью, а лишь частично может быть уменьшен в результате проведения капитальных ремонтов. Таким образом, можно считать, что если в стенах и фундаменте появились трещины в результате подработки или без подработки, то здание уже иначе будет реагировать на силовые воздействия, чем здание, не имеющее трещин. Такое здание будет быстрее накапливать износ, края трещины будут взаимодействовать друг с другом, тем самым, увеличивая трещину [4].

Отличительным признаком износа в условиях подработки является его проявление в виде механических нарушений без изменения качества материала. В результате подработки наиболее страдают стены и фундаменты. Конструктивная схема здания, получившего деформации в виде трещин, отличается от первоначального вида, и любые силовые воздействия на нарушенное здание вызывают раскрытие образовавшихся ранее трещин [4].

В отечественной практике для оценки степени повреждений в основных несущих конструкциях зданий используется показатель максимального раскрытия трещин [3, 4]. Данный показатель не полным образом характеризует деформацию здания, так как при многократной подработке трещины могут уменьшаться или даже закрываться, что, однако, не означает, что единая конструкция здания восстанавливается. Поэтому использование показателя максимального раскрытия трещин в стенах не является исчерпывающим и дающим полную характеристику степени повреждения здания. Для анализа состояния подрабатываемого здания принимают во внимание повреждения всех конструкций. Однако удобство применения данного показателя объясняется тем, что между величиной раскрытия трещин и повреждениями элементов здания установлены некоторые взаимосвязи [3, 4]. Используя накопленный систематизированный материал о повреждениях основных элементов, которые сопровождают определенные величины раскрытия трещин, а также удельных весов элементов, можно перейти к износу всего здания при указанных величинах трещин.

Повреждения стен и фундаментов необходимо рассматривать совместно с повреждениями других элементов. Для нахождения зависимости между величиной раскрытия трещин и износом всего здания был выполнен анализ характера накопления износа здания за счет износа отдельных конструктивных элементов здания.

Наиболее подвержены износу в результате подработки следующие элементы: фундаменты, стены, перегородки, перекрытия, оконные и дверные проемы, полы, штукатурка. Для анализа разброса удельных весов элементов и нахождения средних значений на основе укрупненных показателей восстановительной стоимости зданий различного назначения (УПВС) [7] были обработаны данные об удельных весах элементов в конструкции зданий разных типов и этажности (табл. 1).

**Табл. 1.** Удельные веса конструктивных элементов зданий

Характеристика здания		Удельные веса отдельных элементов										
этажность	материал	сены и фонд.	перегородки	перекрытия	крыша	полы	лестницы	окна, двери	внутр. отделка	сан-тех. устр-ва	эл.тех. устр-ва	прочие
2	кирпичные	28	6	10	7	10	3	10	7	7,5	2,6	8,9
2	каркасно-засыпные	27	6	11	7	11	3	9	11	8,8	3,3	2,9
3	кирпичные	28	5	11	6	11	4	11	8	6,5	2,3	7,2
3	со стенами из крупных блоков	30	6	10	6	10	4	10	8	6,1	2,2	7,7
3	из мелких легковесных блоков	25	6	12	6	11	4	12	8	6,8	2,4	6,8
4	кирпичные	26	5	11	5	10	4	12	9	6,5	2,2	9,3
4	из крупных легковесных блоков	24	5	11	6	11	4	12	10	6,4	2,2	8,4
5	крупнопанельные	22	6	10	6	12	6	12	8	6,4	2,2	9,4
5	со стенами из крупных блоков	23	6	10	5	10	6	12	10	6,3	2,2	9,5
6	кирпичные	26	5	10	5	9	6	11	9	8,9	7,8	2,3
7	кирпичные	26	5	10	5	9	6	11	9	8,7	7,4	2,9
8	кирпичные	27	5	10	4	10	6	10	10	8,3	6,8	2,9
8	со стенами из крупных блоков	25	5	11	5	10	6	9	8	8,3	6,8	5,9
9	кирпичные	26	5	11	5	10	6	9	11	7,8	6,9	2,3
9	крупнопанельные	25	5	12	5	10	6	10	8	7,8	6,9	4,3
9	со стенами из крупных блоков	25	5	11	5	10	6	10	9	7,9	7,0	4,1
10-12	кирпичные	28	5	11	5	9	5	9	13	7,2	7,3	1,0
10-12	крупнопанельные	23	6	12	5	10	6	10	10	8,2	8,3	1,5
10-12	со стенами из крупных блоков	24	6	12	6	10	6	10	9	8,2	8,1	0,7
13-16	крупнопанельные	24	6	12	5	10	6	10	9	8,4	8,7	0,9
13-16	со стенами из крупных блоков	24	6	12	5	10	6	10	9	8,4	8,7	0,9
	<b>Средний удельный вес</b>	<b>24,5</b>	<b>5,5</b>	<b>11,0</b>	<b>5,4</b>	<b>10,1</b>	<b>5,2</b>	<b>10,4</b>	<b>9,2</b>	<b>7,6</b>	<b>5,3</b>	<b>4,8</b>
	Макс. отклонения	4,5	0,5	1,0	1,6	1,9	2,2	1,6	3,3	1,5	2,4	4,7

Как следует из данной таблицы, удельные веса для зданий различных типов достаточно близки. Поэтому для оценочных расчетов были взяты средние величины и приняты следующие удельные веса элементов, наиболее страдающих в результате подработки: для стен и фундаментов – 25%, для перекрытий – 11 %, для полов – 10%, для окон и дверей – 10%, для внутренней отделки – 9%, для перегородок – 5%.

Для определения зависимости между величиной максимального раскрытия трещин и износом здания были проанализированы существующие взаимосвязи между величиной раскрытия трещин и повреждениями отдельных элементов здания. С этой целью на основе характеристик повреждений, соответствующих определенным величинам раскрытия трещин [3, 4], был проанализирован износ отдельных элементов каменных жилых зданий. Износ элементов принимался по описаниям, приведенным в работах [3, 6] в зависимости от характеристик повреждений элементов и работ, необходимых на устранение повреждений.

Определенные сложности возникают при определении износа фундамента, так как изучить состояние фундамента достаточно сложно. В связи с этим прием износ фундамента равным износу стен. Для определения износа использованы усредненные удельные веса и соответствующие повреждениям величины износа отдельных элементов (табл. 2).

**Табл. 2.** Определение износа элементов и всего здания на основе характеристик повреждений

раск. трещ.	Характеристика повреждений	Износ элементов, %						Износ здания, %
		стены, фонд.	перегородки	перекрытия	проемы	внутр. отделка	полы	
<3	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. До 70% всех трещин раскрытием 1.5 мм. Трещины до 3 мм в местах примыкания перегородок к стенам. На 10% общей площади перегородок диагональные трещины. Трещины до 2 мм по контуру примыкания потолков и перегородок с осыпанием побелки (в 20% помещений). Небольшие перекосы проемов (до 15% общего количества).	10-20	20-30	10-20	3	10	20	<b>9,0</b>
3-10	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. До 70% всех трещин раскрытием 4 мм. Вдоль трещин возможны сколы некачественной штукатурки. Трещины до 10 мм в местах примыкания перегородок к стенам. В 20% помещений перегородки имеют косые трещины в 3-4 мм. По трещинам наблюдаются сколы штукатурки. Трещины до 10 мм по контуру примыкания потолков и стен, в стыках плит, щитов перекрытий с отслоением штукатурки. Косые трещины до 5-6 мм. Отслоения штукатурки до 1 кв м. потолки поражены трещинами в 80% помещений. Может иметь место отход полов от стен. Перекосы проемов в 35% общего количества.	20-30	30-40	20-30	10	40	20	<b>18,0</b>
10-25	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. До 70% всех трещин раскрытием 5-6 мм. Вывалы штукатурки вдоль самых широких стен. Трещины до 25 мм в местах примыкания перегородок к стенам. В 30% помещений расстройство потолков с отслоением штукатурки. В остальных помещениях трещины раскрытием до 3 мм, с редким случаем вывалов штукатурки. Отход плинтусов от стен до 50мм, расстройство и пучение полов. Сильные перекосы проемов до 80% общего количества.	30-40	40-50	30-40	20	50	30	<b>26,0</b>
25-60	Трещины вертикальные и косые в междуэтажных поясах и частично в простенках. До 70% всех трещин раскрытием 6-8 мм. Вывалы штукатурки вдоль самых широких стен. Трещины до 50мм в местах примыкания перегородок к стенам. В 50% помещений сильное расстройство потолков с массовым обрушением штукатурки. Возможны обрушения несущих конструкций: щитов наката, плит перекрытий. В остальных помещениях трещины раскрытием до 3 мм, с редким случаем вывалов штукатурки. Отход плинтусов от стен до 80мм, расстройство и пучение полов. Сильные перекосы проемов до 80% общего количества.	40-60	50-60	40-60	20	80	40-60	<b>33,7</b>
>60	Опасность обрушения несущих конструкций.	60-80	60-80	60-80	50	100	60-80	<b>49,0</b>
		<b>25</b>	<b>5,5</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
		удельные веса элементов						

В принятой методике анализа стены и фундамент являются исходными элементами, относительно повреждений которых рассчитывается износ других элементов и всего здания. Зависимость между износом всего здания  $I_{зд}$  и износом стен и фундаментов  $I_{ст_ф}$  может быть выражена следующим образом:

$$I_{зд} = 0.7 I_{ст_ф} \quad (3)$$

На основе данных таблицы 2 построен график зависимости между величиной раскрытия трещин и износом здания (сплошная линия на рис. 1). Данная зависимость может быть аппроксимирована функцией вида:

$$I_{зд} = a \delta_{max}^b = 5,5 \delta^{0,45}, \quad (4)$$

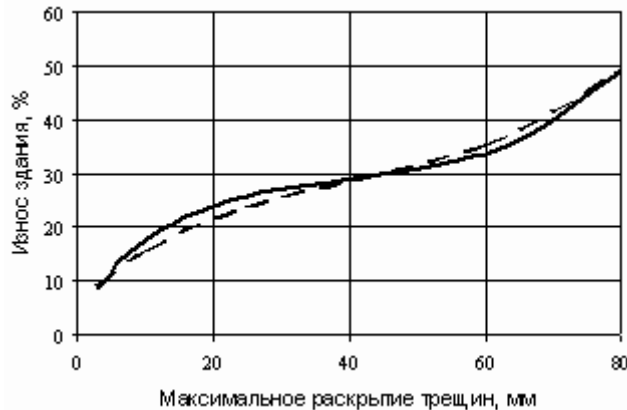
где  $I_{зд}$  – износ подработанного здания в %;  
 $\delta$  – максимальное раскрытие трещин, выраженное в миллиметрах;  
 $a, b$  – эмпирические коэффициенты.

Полученная кривая изображена на рис. 1 штриховой линией. Среднее квадратическое отклонение, аппроксимированных значений от исходных данных составило 1,8%.

Величина максимального раскрытия трещин может быть оценена по обобщенному показателю деформаций земной поверхности, который учитывает как растяжение (сжатие), так и кривизну основания. Данный показатель согласно [3] рассчитывается по формуле:

$$\Delta l = l \sqrt{m_\varepsilon^2 \varepsilon^2 + m_k \frac{H^2}{R^2}}, \quad (5)$$

где  $l$  – длина здания;  
 $m_\varepsilon, m_k$  – коэффициенты условий работы;  
 $\varepsilon, R$  – расчетные величины горизонтальной деформации и радиуса кривизны;  
 $H$  – высота здания.



**Рис.1.** Зависимость износа здания от величины раскрытия трещин

Наиболее неблагоприятными для здания являются многократные подработки с деформациями растяжения земной поверхности. Поэтому примем для дальнейшего рассмотрения следующую зависимость величины раскрытия трещин от показателя суммарных деформаций, характеризующую многократное растяжение [8]:

$$\delta = 1.43 + 0.0457 * \Delta l + 0.000595 * \Delta l^2 \quad (6)$$

На основе выражений (3) и (6) построен график зависимости величины износа здания от показателя суммарных деформаций (рис. 2).



**Рис. 2** Зависимость износа здания от показателя суммарных деформаций.

Аналитически эта зависимость может быть выражена следующей упрощенной формулой:

$$I_{зд} = 6,6 + 0,1\Delta l \quad (7)$$

В данной формуле показатель суммарных деформаций выражен в миллиметрах, а износ здания в процентах.

Таким образом, получена зависимость, позволяющая определять износ подрабатываемого здания на основе прогнозируемых деформаций земной поверхности. Это позволяет определить величину снижения стоимости недвижимости в результате влияния горных работ. Особенностью выявленной закономерности является то, что она не зависит от типа здания, что является преимуществом в использовании ее для целей оценке недвижимости с учетом влияния горных работ.

### Литература

1. Гражданский кодекс Украины, Официальный вестник Украины, №11, 2003г
2. Проектирование и строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. М.:Госгортехиздат, 1963г. - 452с
3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождения.-М.:Недра, 1981.- 288с.
4. Защита и подработка зданий и сооружений / Шагалов С.Е., Муллер Р.А., Марков В.В. и др. – М.:Недра, 1974.- 256 с.
5. Анциферов А.В., Кренида Ю.Ф., Тиркель М.Г. Подработка зданий и сооружений шахтерских городов и поселков. Донецк. Технопарк ДонНТУ «УНИТЕХ», 2006, 230с.
6. Приказ №52 Государственного комитета Украины по жилищно-коммунальному хозяйству «Правила оценки физического износа жилых зданий» от 02.07.93
7. Сборники укрупненных показателей для переоценки зданий и сооружений, разр. отрасл. проектн. инст-ми министерств и ведомств СССР по согласованию с Госстроем СССР.
8. Кренида Ю.Ф. Научные основы маркшейдерского обеспечения разработки свит угольных пластов под городами и поселками Украины. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н., Донецк, 2003

© Гавриленко Ю. Н., Кузнецова Д. С., 2007