© А.С. Батугин, Р.А. Болотный, 2008

УДК 551.2:550.834:622.8

А.С. Батугин, Р.А. Болотный

К ОЦЕНКЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА В МЕГАПОЛИСАХ

Семинар № 9

Геодинамический риск (Rгд) является количественной характеристикой геодинамической опасности и относится к группе факторов природного риска. Геодинамический риск связан с конкретным промышленным объектом, геологическими условиями его размещения и его реальным физическим состоянием. Так, установлено, что одним из факторов геодинамического риска являются границы геодинамически активных блоков – разломы [1]. На этих границах при разработке месторождений повышается опасность горных ударов и других горно-геологических явлений; при эксплуатации трубопроводов отмечается увеличение частоты аварий; в населенных пунктах отмечены деформации зданий и сооружений; на транспортных коммуникациях увеличивается аварийность и др. [2, 3 и др.].

Мегаполисы обладают в настоящее время развитыми сетями инженерных коммуникаций сложной конфигурации, на которых происходят тысячи различных аварий ежегодно. Однако при их прокладке и эксплуатации в настоящее время не учитывается блочное строение и геодинамическое состояние территорий, в связи с чем необходима разработка методики оценки геодинамического риска для инженерных коммуникаций. Данная работа посвящена вопросу оценки геодинамического риска при попадании инженерных коммуникаций в геодинамически опасные зоны (ГОЗ) – разломы земной коры.

Геодинамический риск оценивается по известной формуле:

$$R_{гд} = P \times V, \qquad (1)$$

где P – вероятность наступления негативного геодинамического события, V – уязвимость инженерного объекта при наступлении негативного геодинамического события.

Уязвимость инженерного объекта можно определить по формуле:

$$V = U / S, \qquad (2)$$

где U – потенциальный ущерб от наступления негативного геодинамического события, S – полная стоимость инженерного объекта.

Негативным геодинамическим событием считаем размещение инженерного объекта в ГОЗ или пересечение коммуникаций с этими зонами.

Уязвимость инженерного объекта V может быть оценена на основе развиваемого авторами подхода и в данной работе считается установленной величиной.

Вероятность P попадания инженерного объекта в ГОЗ (вероятность наступления негативного геодинамического события) устанавливается по результатам расчетов, проведенных с использованием схемы геодинамического районирования территории [4].

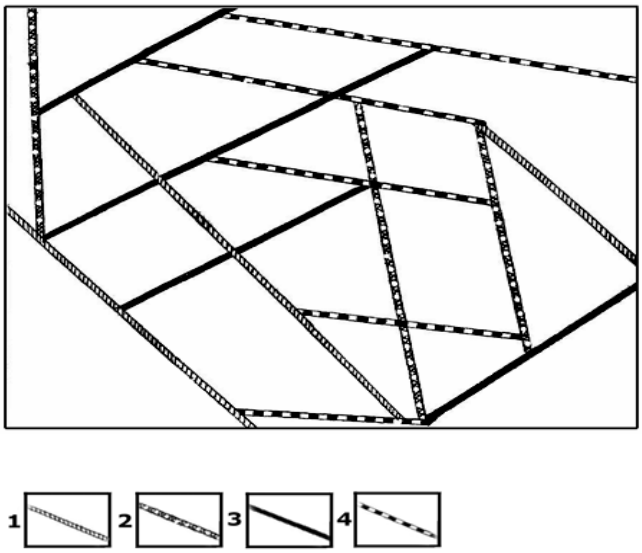

Рис. 1. Схема параллельно ориентированных границ блоков центральной части г. Реутова: *1, 2, 3* и *4* системы параллельных границ блоков

Например, проведенные в 2005 г. исследования по геодинамическому районированию территории г. Реутова показали, что город и его окрестности разделены более чем на 60 блоков V ранга, имеющих зону влияния 10–12 м и размеры от 200–300 м в поперечнике в восточной части города до 500–2000 м в западной и южной частях города. Границы блоков V ранга, как зоны повышенной геодинамической опасности, могут оказывать локальное воздействие на инженерные сооружения. Основные инженерные объекты, которые могут оказаться под влиянием границ этих блоков – конкретные жилые или промышленные здания, инженерные сети, автодороги.

Для определения вероятности наступления негативного геодинамического события (например, вероятность пересечения границей блоков V ранга участка теплосети в центральной части г. Реутова длиной 1 м) необходимо определить общее количество пересечений рассматриваемого участка теплосети центральной части г. Реутова длиной 10000 м с границами блоков V ранга, пересекающих этот участок.

Для упрощения расчетов преобразуем карту геодинамического районирования центральной части г. Реутова в расчетную схему (рис. 1), на которой определим системы параллельных границ блоков. Для центральной части г. Реутова было установлено 4 системы параллельно ориентированных границ блоков V ранга: 1 система включает 5 относительно параллельных границ, 2 и 3 – по 4 границы, 4 система – 3.

Математическое ожидание числа пересечений инженерных коммуникаций с границами блоков различных ориентаций определим по формуле [4]:

$$M = 2L / \pi (H_{ср} + 2h), \qquad (3)$$

где h – ширина зоны влияния границ блоков, для данного случая h = 10 м; $H_{ср}$ – среднее расстояние между параллельно ориентированными границами блоков; L – общая длина инженерных объектов на рассматриваемом участке (инженерных коммуникаций, зданий и т.д.). В данном случае длина L принята 10000 м.

Результаты расчетов по каждой группе параллельно ориентированных границ блоков представлены в таблице. Математическое ожидание числа пересечений тепловой сети с 4 системами границ блоков составляет 43 ожидаемых участка пересечения. Отсюда суммарная длина участков

Система ГОЗ	Ширина зоны влияния границы блока V ранга h, м	Среднее расстояние между границами блоков $H_{ср}$, м	Математическое ожидание числа пересечений границ блоков с теплосетями, М	
			По системам	Всего
1	10	620	10	43
2		570	10,8	
3		510	12	
4		610	10,1	

теплосети, расположенных в ГОЗ соста-

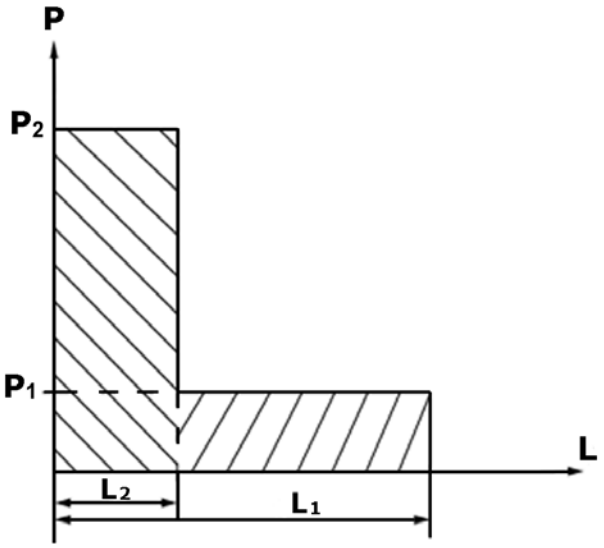

Рис. 2. Вероятность возникновения аварий на 1 п. м тепловых сетей в г. Реутове: P_1 – средний уровень; P_2 – уровень в ГОЗ

вит:

$L_{ГОЗ} = 43 \times 10 = 430$ м (4)

По данным Управления по чрезвычайным ситуациям г. Реутова Московской области известно, что за три года (2003–2005) в центральной части г. Реутова на инженерных коммуникациях (теплосетях) произошло 45 аварий различной сложности. Все места этих аварий были обозначены на карте с конкретной привязкой на местности. Как показал анализ, 9 из 45 аварий попадают в зоны влияния границ блоков V ранга.

Отсюда общая средняя плотность аварий (вероятность) на 1 м тепловых сетей г. Реутова составит:

$$P_{ср} = \frac{45}{10000} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ шт/ м} \quad (5)$$

Средняя плотность аварий в ГОЗ составит:

$$P_{гоз} = \frac{9}{430} = 21 \times 10^{-3} \text{ шт/ м} \quad (6)$$

Сравним полученные результаты, составив соотношение:

$$K = \frac{P_{гоз}}{P_{ср}} = \frac{21 \times 10^{-3}}{4,5 \times 10^{-3}} = 4,7 \quad (7)$$

Из этого соотношения видно, что вероятность возникновения аварии на единицу длины тепловых сетей в геодинамически опасных зонах в г. Реутове выше в несколько раз по сравнению со средним уровнем аварий (рис. 2).

Таким образом, полученные результаты показывают продуктивность используемого авторами подхода к оценке геодинамического риска в мегаполисах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Временные* указания по выявлению и контролю зон риска возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций при освоении недр и земной поверхности на основе результатов геодинамического районирования. – С-Пб.: ВНИМИ, 1997. – 12 с.

2. *Батугина И.М., Петухов И.М.* Геодинамическое районирование месторождений при проектировании и эксплуатации рудников. – М.: Недра, 1988 г.

3. *Петухов И.М., Батугина И.М.* Геодинамика недр 2-ое издание «Недра», дополнительное издание. – М.: «Недра Коммуникейшнс ЛТД», 1999. – 383 с.

4. *Батугин А.С.* К оценке геодинамического риска // ГИАБ – Неделя горняка – 2006. – семинар № 11. – С. 44 – 52. ГИАБ

Коротко об авторах

Батугин А.С. – кандидат технических наук, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 9 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *И.М. Петухов.*

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ УРО РАН			
ЖУЛАНОВ Иван Николаевич	Развитие технологий акустических исследований в нефтегазовых скважинах	25.00.16	д.т.н.
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН			
БЕЛОУСОВА Ольга Евгеньевна	Математическое моделирование процесса разрушения вокруг цилиндрической выработки	25.00.20	к.т.н.