

УДК 69.035.4:577.4

Е.Ю. Куликова

ФИНАНСОВЫЙ РИСК ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМУКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Приводится перечень факторов финансового риска, а также определение цены риска при строительстве подземного сооружения с применением химукрепления грунтов.

Ключевые слова: подземное строительство, породный массив, финансовый риск, инвестиционный риск, организационно-экономические меры.

Dr. Sc., Prof. E.Yu. Kulikova (Moscow State Mining University, Russia)

FINANCIAL RISK DURING UNDERGROUND CONSTRUCTION WITH ROCKMASS CHEMICAL STRENGTHENING AROUND STRUCTURE

The issue contents list of financial risk's factors and value of risk during underground construction with rockmass chemical strengthening.

Key words: underground construction, rockmass, financial risk, investment risk, organization-and-economical measures.

Финансовый риск (рис. 1) при строительстве подземных сооружений с применением химукрепления связан с вероятностью потерь финансовых ресурсов и делится на две группы [1]:

- риск, связанный с покупательной способностью денег (инфляционный, дефляционный, валютный и риск ликвидности);
- инвестиционный риск (риск упущенной выгоды, снижения доходности, риск прямых финансовых потерь).

При данном способе строительства подземных сооружений наибольший интерес представляет инвестиционный риск.

Инвестиционный риск, как одна из составляющих финансового риска, оп-

ределяет рациональность и возможность использования городского подземного пространства для строительства конкретного объекта методом химического укрепления грунтов. Поэтому учет факторов риска инвестиционных проектов является обязательной составной частью оценки их эффективности.

Наиболее существенными причинами инвестиционного риска при оценке проектов являются [2]:

- нестабильность экономического законодательства в текущей экономической ситуации, условий инвестирования и использования прибыли;
- введение ограничений на торговлю и поставки, закрытие границ и т.п.;
- неопределенность политической ситуации, неблагоприятные социально-политические изменения в стране или регионе;
- неполнота или неточность информации о динамике технико-экономических показателей, параметрах новой техники и технологии возведения ограждающих (защитных грунтовых) конструкций;
- колебания рыночной конъюнктуры, цен, валютных курсов и т.п.;
- неопределенность природно-климатических условий, возможность стихийных бедствий;
- производственно-технологические трудности (аварии и

отказы оборудования, производственный брак и т.п.);

- неопределенность целей, интересов и поведения участников;
- неполнота или неточность информации о финансовом положении и деловой репутации предприятий-участников (возможность неплатежей, банкротств, срывов договорных обязательств).

Перечень факторов риска, как правило, ограничивается наиболее важными из них для каждого конкретного проекта строительства подземного сооружения [3]:

- неподтверждение геологоразведочных данных, принятых в обоснованиях инвестиций (тектоническая нарушенность породного массива, наличие водоносных горизонтов, дислокаций, пльвунов, псевдопльвунов и т.п.);

- изменение условий кредитования и размеров процентных ставок, величины взимаемых налогов, уровней цен и т.п.;

- неточность исходных данных и нормативов, используемых в расчетах основных производственных параметров (сроки строительства и ввода подземного сооружения в эксплуатацию, максимальная глубина, протяженность и объемы выработок, количество и производительность применяемого оборудования, численность персонала и т.п.);

- неточность в определении значений экономических показателей проекта (размер капитальных вложений и текущих затрат, длительность эксплуатации подземного сооружения, величина налоговых отчислений и т.п.), изменение рыночных цен на материалы и потребляемые ресурсы.

Одним из этапов оценки является рассмотрение организационно-экономических мер по снижению (предупреждению) риска и минимизации возможных потерь.

Для учета факторов риска могут быть использованы следующие методы:

проверка устойчивости проекта, корректировка параметров проекта и экономических нормативов. При этом современная теория риска включает:

- изучение факторов и методов оценки риска;
- определение цены риска;
- нормирование риска;
- управление риском.

Цена риска для ограждающей (защитной грунтовой) конструкции подземного сооружения определяется совокупностью частной цены рисков по каждому из установленных факторов риска.

Частная цена рисков – это произведение уровня риска на потенциальный ущерб, характеризующий непроизводительные затраты исполнителя строительных работ или убытки заказчика при эксплуатации сданного подземного объекта.

Наиболее трудно осуществляется процедура определения цены риска превышения нормативного или недопустимого водопритоков. При этом должны быть тщательно учтены ущербы в результате следующих моментов:

- непроизводительных затрат на откачку;
- агрессивного воздействия воды на конструкции подземного сооружения;
- ухудшения микроклимата и санитарного состояния внутри помещений.

Суммарное количество инфильтрующей воды в подземные помещения определяется исходя из вероятностного анализа водопритоков через ограждающие конструкции подземного объекта, расположения инъекционных скважин, порядка, способа и состава для химукрепления.

С учетом фактора времени определение цены этого риска может осуществляться по формуле [4]:

$$C_R = \sum_{t=1}^{t+\Delta t} \left((Q_{\text{сум}} - Q_{\text{норм}}) \sum_{i=1}^n Y_i \right)_t (1+E)^{-t}, \quad (1)$$

где C_R – цена риска; $Q_{\text{сум}}$ – общий (суммарный) водоприток; $Q_{\text{норм}}$ – нормируемый остаточный водоприток; U_i – составляющие ущерба, $i \in 1, n$; t – время строительства объекта; Δt – время строительства объекта с момента создания защитной грунтовой конструкции; E – норма, учитываемая при дисконтировании затрат и доходов инвестора или строительной организации.

Общая методика определения цены этого риска включает 8 этапов (рис. 2). Данная методика в несколько измененном виде может быть применима к расчету цены рисков и при других ситуациях:

- затоплении подземного сооружения в стадии эксплуатации;
- создании ограждающей (защитной грунтовой) конструкции в анизотропных массивах;
- учете перерасхода тампонажных жидкостей при вероятностной оценке увеличения объемов бурения тампонажных скважин и т.п.

Определение цены рисков по факторам «разрушение или повреждение несущих конструкций подземного сооружения или их элементов», «деформации вмещающего породного массива», «деформации зданий и сооружений в зоне влияния химукрепления» осуществляется на основании соотношения [4]:

$$P_1 \sum_{t=t_m}^{t=t_1} U_{1t} (1+E)^{-t} - P_2 \sum_{t=t_m}^{t=t_2} U_{2t} (1+E)^{-t} - P_3 \sum_{t=t_m}^{t=t_3} U_{3t} (1+E)^{-t}, \quad (2)$$

где P_1, P_2, P_3 – уровни рисков для каждого из отмеченных факторов; $\Sigma U_{1t}, \Sigma U_{2t}, \Sigma U_{3t}$ – ущербы по факторам риска, устанавливаемые в соответствии с «Правилами охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок»; t_1, t_2, t_3 – сроки локализации ущербов; t_m – время начала работ по химукреплению.

В связи с многообразием условий создания ограждающих (защитных грун-

товых) конструкций подземного сооружения в работе [1] предлагается использовать *стандартные критерии выбора решений* в современной рыночной трактовке для определения параметров ограждающих (защитных грунтовых) конструкций по фактору времени:

- максимум чистого дисконтированного дохода инвестора;
- максимум чистого дисконтированного дохода подрядчиков с оплатой выполненных работ по договорной цене;
- минимум дисконтированных затрат строительной организации, выполняющей работы по созданию защитной грунтовой конструкции за счет собственных средств;
- внесение затрат на гидродинамические испытания фильтрующего породного массива, вмещающего подземное сооружение, что позволяет сделать малозначимыми такие риски, как риск превышения предельного давления нагнетания полимерного раствора, риск перерасхода материалов за счет неверной оценки высоты обрабатываемых зон и т.п.

Совокупная цена рисков при этих критериях может быть представлена следующим образом [4]:

$$\sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta T} U_t (1+E)^{-t} = \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_1} C_{Rt} (1+E)^{-t} + \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_2} C_{3t} (1+E)^{-t} + \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_3} C_{Bt} (1+E)^{-t} + \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_4} V_{Bt} (1+E)^{-t} + \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_5} D_{ДПт} (1+E)^{-t} + \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_6} D_{ДЗт} (1+E)^{-t} + \sum_{t=t_u}^{t_3+\Delta t_7} D_{ДКт} (1+E)^{-t}, \quad (3)$$

где C_{Rt} – цена риска превышения нормируемого водопритока; C_{3t} – цена риска затопления подземного сооружения; C_{Bt} – цена риска превышения планируемых объемов бурения инъекционных скважин; V_t – цена риска перерасхода тампонажной жидкости; $D_{ДПт}$ – це-

на риска деформации земной поверхности при химукреплении; $D_{ДЗt}$ – цена



Рис. 1. Финансовый риск при строительстве городских подземных сооружений

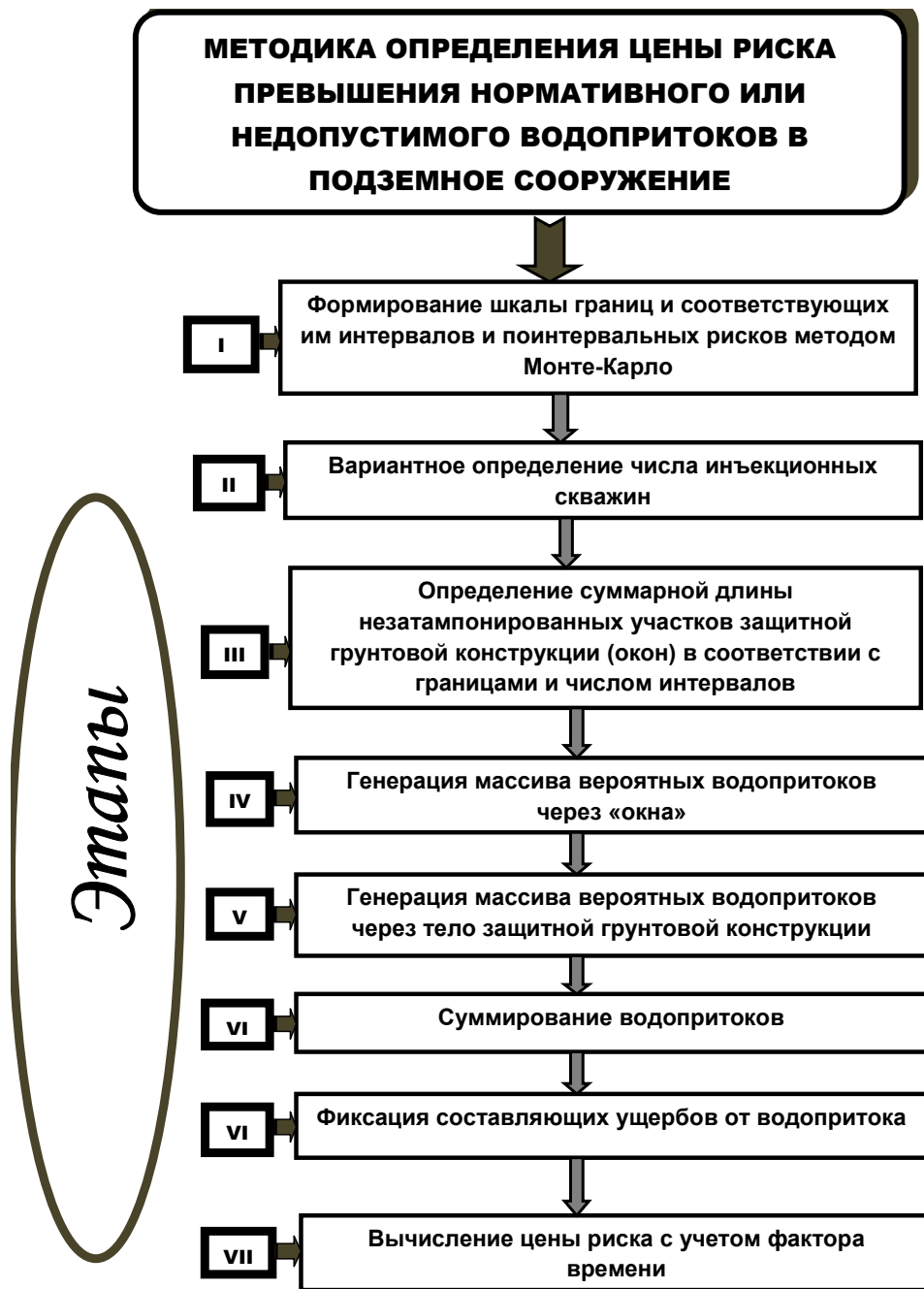


Рис. 2. Методика определения цены риска превышения нормативного водопритока в подземное сооружение

риска деформации зданий и сооружений в зоне химукрепления; D_{DKt} – цена риска деформации конструкций подземного объекта; ΔT – продолжительность локализации аварийных ситуаций по факторам риска, $\Delta T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7$; t_H , t_3 – планируемое время начала и завершения возведения защитной грунтовой конструкции, соответственно.

Тогда затраты на возведение защитной грунтовой конструкции подземного сооружения при тех же критериях бу-

дут определяться в соответствии с формулой:

$$\sum_{t=t_n}^{t_3+\Delta T_1} K_{3t} (1+E)^{-t} = \sum_{t=t_n}^{t_3+\Delta T_1} (Z_{исп} + Z_б + Z_т + Z_{всп})_t (1+E)^{-t}, \quad (4)$$

где $Z_{исп}$, $Z_б$, $Z_т$, $Z_{всп}$ – планируемые затраты а гидравлические испытания, бурение скважин, химукрепление и вспомогательные операции, соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликова Е.Ю. Элементы риска при строительстве городских подземных сооружений и его оценка. – Горный информ.-аналит. бюллетень №9, М., МГТУ, 2005, с. 5-7;

2. Куликова Е.Ю. Принятие решения о минимизации риска при строительстве городских подземных сооружений. – Известия вузов. Горный журнал № 4, Уральский гос. Горный университет, 2006, с.69-72;

3. Куликова Е.Ю. Методология выбора экологически безопасных технологий подземного строительства. – М.: Издательство МГТУ, 2005. – 342 с.

4. Борисов В.А. Оптимизация технологических параметров тампонажных завес городских подземных сооружений на основе теории риска. – Автореферат дис. на соиск. уч. ст. к.т.н. – Уральский гос. горный университет, 2007. – 20 с. **ИИАС**

Коротко об авторе

Куликова Е.Ю. – профессор, доктор технических наук, Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru

