

УДК 658.14:625.1

В.С. ВОРОБЬЕВ, Р.М. БРЫЗГАЛОВА, М.Е. АНИКЕЕВА,
А.В. ФЕСЬКОВА (СГУПС, г. Новосибирск)

ОЦЕНКА РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ «КЫЗЫЛ — КУРАГИНО»

Обоснована целесообразность и этапность строительства железной дороги Курагино — Кызыл. Предложен алгоритм и выполнены расчеты устойчивой реализации проекта с учетом инвестиционных рисков.

Регион рассматриваемого строительства железной дороги богат природными ресурсами. Основные из них следующие: каменный уголь, железорудное сырье, полиметаллы.

В центральной части региона расположен Улуг-Хемский угольный бассейн, в состав которого входит значительное количество месторождений каменного угля.

Кара-Сугское комплексное флюорито-бариево-сидеритовое месторождение содержит железорудное сырье.

Месторождения полиметаллов находятся во многих районах. Наиболее крупными и имеющими промышленное значение являются: месторождение комплексных никель-кобальтовых руд, свинцово-цинковое месторождение, молибдено-медное месторождение, месторождения ртути, золоторудные месторождения.

Большим богатством региона являются месторождения асбеста, месторождения нефелиносодержащих пород — глиноземное сырье для алюминиевой промышленности. В пограничных районах обнаружены месторождения фосфоритов и бокситов.

На западе региона открыто месторождение каменной соли, имеются соляно-грязевые озера и минеральные источники, имеющие лечебное значение.

Территория богата инертными стройматериалами: песками, глинами, строительным известняком, который может служить сырьем для цементной промышленности.

Имеющиеся полезные ископаемые в настоящее время стали объектом пристального внимания развивающихся компаний. Так уже получена лицензия на разведку и добычу каменного угля на территории Улуг-Хемского угольного бассейна. Элегестское месторождение данного бассейна содержит угли коксующихся марок с большими промышленными запасами.

Железная дорога Курагино — Кызыл должна обеспечить вывоз коксующихся углей Элегестского месторождения на металлургические комбинаты России и на экспорт.

В качестве расчетных сроков в соответствии со СНиП 32-01-95 и СТН Ц-01-095 приняты 5, 10-й годы эксплуатации и дальнейшая перспектива — 15-й год эксплуатации.

Объем грузоперевозок по ж.-д. линии в грузовом направлении от Кызыла к Курагино планируется в размере 5,1–10,2–15,2 млн т в год на соответственно 1–2–3 расчетные сроки. В грузовом направлении на Кызыл будут следовать народно-хозяйственные грузы для снабжения населения, нефтяные и строительные грузы в размере 0,8–1,0–1,2 млн т в год на расчетные сроки.

Движение поездов по равнинным участкам линии с $i_p = 9 \text{ ‰}$ будет осуществляться одиночной тягой, на перевальных участках, запроектированных с $i_p = 18,5 \text{ ‰}$ — двойной тягой. Участок кратной тяги: раз. Флорово — ст. Туран ($L = 187,4 \text{ км}$). Вождение поездов по участку будет осуществляться двойной тягой с прицепкой толкача как на подъем, так и на спуск, с полной пробой тормозов в пунктах прицепки толкачей. В соответствии с принятой схемой тягового обслуживания обращение тепловозов будет осуществляться на плече Кызыл — Курагино, с размещением основного депо на ст. Кызыл. Учитывая, что существующая ж.-д. линия, к которой примыкает проектируемая линия, работает на электрической тяге, на станции Курагино предусматривается смена локомотивов (тепловозы на электровозы и наоборот). Отправление поездов с элестским углем предусматривается осуществлять отправительскими маршрутами с полной весовой нормой (4000 т), формирование которых возможно осуществлять одним из двух вариантов:

- на углесборочной станции, расположенной на подъездном пути угледобывающего предприятия;
- на станции Кызыл, куда вагоны с углем будут поступать передачами весом 2000 т и далее объединяться до полной весовой нормы.

Сортировочная работа по подборке груженых вагонов назначением на Тыву будет осуществляться на ближайших существующих сортировочных станциях и отдельными группами в составе поездов подаваться на станцию Курагино, которая будет формировать полносоставные поезда на станцию Кызыл.

Местная грузовая работа по линии будет осуществляться сборными поездами, формирование которых предусматривается по станциям Курагино и Кызыл. По линии предусматривается обращение пассажирских поездов в размере 2 пары поездов в сутки. Формирование их предусматривается на станции Курагино.

Общие размеры движения по проектируемой линии предусматриваются в размерах 8, 14, 19 пар поездов в сутки соответственно на 5, 10, 15-й годы эксплуатации.

Возможная пропускная способность определена с учетом коэффициента заполнения пропускной способности для однопутных линий $K = 0,85$ и приведена в табл. 1.

Таблица 1

Возможная пропускная способность линии

Ж.-д. линия	Расчетные сроки	Потребная пропускная способность (пар п.)	Возможная пропускная способность		
			Открытие разд. пунктов I очер.	Открытие разд. пунктов II очер.	Открытие всех разд. пунктов
Курагино—Кызыл	5	8	10	13	21
	10	14			
	15	19			

На основе расчета пропускной способности произведен расчет провозной способности и разработан график овладения перевозками, в соответствии с которым рекомендуется следующая этапность усиления линии, приведенная в табл. 2.

Таблица 2

Провозная способность линии по этапам открытия

Этапы	Технические решения	Срок эксплуатации (лет)	Провозная способность, млн т / год
I этап	Строительство линии с открытием раздельных пунктов I оч.	До 7-го года эксплуатации	7
II этап	Открытие раздельных пунктов II очереди	До 9-го года эксплуатации	9
III этап	Открытие всех раздельных пунктов	До 17-го года эксплуатации	17

Общая стоимость строительства определена по объектам — аналогам и составила 134031,51 млн р. (с учетом НДС 18%).

В том числе:

раздел А — 116849,49 млн р.;

раздел Б — 17182,02 млн р.

— 1-я очередь строительства 107733,39 млн р., из них раздел А — 97424,17 млн р., раздел Б — 10309,22 млн р.;

— 2-я очередь строительства 6515,71 млн р., из них раздел А — 4797,51 млн р., раздел Б — 1718,20 млн р.;

— 3-я очередь строительства 19782,41 млн р., из них раздел А — 7937,20 млн р., раздел Б — 11845,21 млн р.

В перспективе строительство железной дороги Курагино — Кызыл открывает возможность развития международных транспортных связей с выходом транспортного коридора, связывающего центральную часть России с Монголией, Китаем и странами Юго-Восточной Азии.

Вместе с тем, учитывая мировой экономический кризис, высокую ставку дисконтирования, определенную в (19,7 %), следует рассмотреть несколько сценариев развития ситуации и учесть их при стратегическом планировании проекта.

Нам представляются следующие наиболее вероятные сценарии:

- сценарий равномерного вложения денежных средств;
- сценарий инерционного инвестирования;
- сценарий опережающего финансирования.

Первый сценарий предусматривает равномерные по годам строительства инвестиции. Это означает, планирование под выделенные капитальные вложения. Это «облегчает» нагрузку на долю федерального и регионального бюджетов, участвующих в инвестировании железнодорожной линии. Однако, по опыту предыдущих новостроек — это ведет к неэффективному использованию ресурсов при приемлемом уровне рисков.

Второй сценарий предусматривает проведение значительного объема подготовительных работ с небольшими капитальными вложениями на первом этапе строительства и значительных инвестиций, ориентированных на завершающие годы реализации проекта. Этот сценарий позволяет «сдвинуть» финансирование с периода наибольшего экономического кризиса в предположении о его спаде ко второму этапу строительства. Основной риск, и достаточно высокий, падает на второй этап. Он превышает установленный ОАО «РЖД» уровень в 5 %.

Третий сценарий предусматривает основное финансирование проекта в первые годы строительства с последующей «доводкой». Этот сценарий может быть нацелен на скорейшее освоение коксующихся углей Улуг-Хемского месторождения.

На рис. 1 приведено распределение затрат по трем сценариям финансирования для трех очередей строительства, млн р. Для проверки надежности расчетов и уменьшения степени риска прогнозирования доходов и затрат использован метод моделирования.

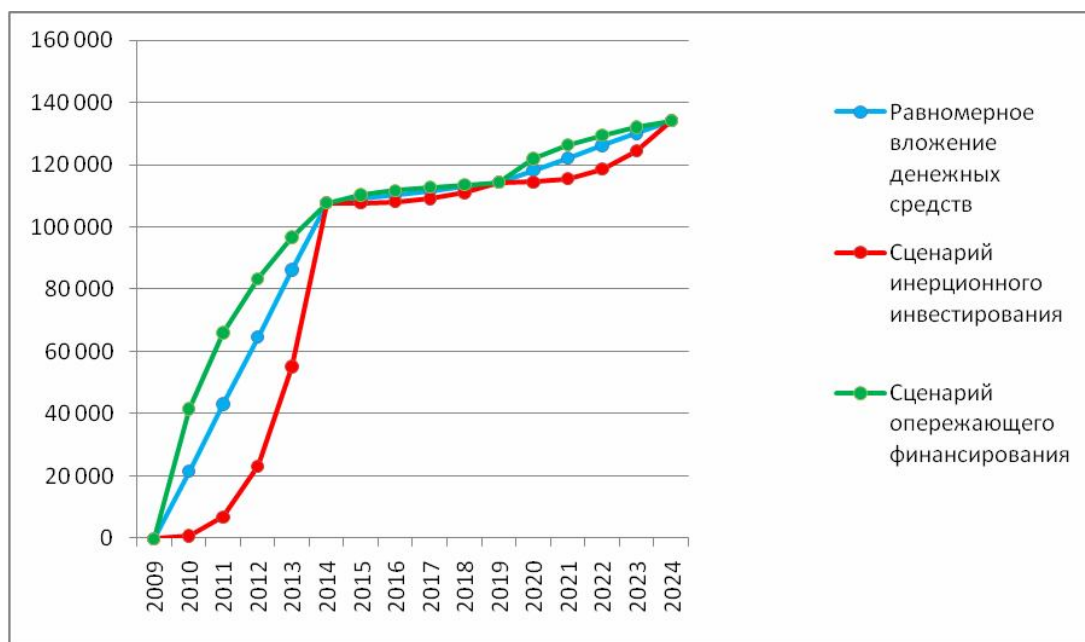


Рис. 1. Прогнозирование распределения затрат по трем сценариям финансирования для трех очередей строительства, млн р.

Относительная величина риска изменения денежных потоков по годам реализации проекта принята одинаковой и равной $\pm 5\%$. Дисперсия для нормального закона распределения рассчитывалась по формуле

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{36} = \frac{(2\Delta)^2}{36} = \frac{\Delta^2}{9}, \quad (1)$$

для равномерного закона распределения по формуле

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12} = \frac{\Delta^2}{3}, \quad (2)$$

где a — нижнее значение параметров; b — верхнее значение параметров; Δ — разность между верхними и нижними границами денежных потоков.

Расчет приведенной стоимости для равномерного вложения денежных средств рассмотренными методами при норме доходности (ставке дисконтирования) 12 % дан в табл. 3.

Таблица 3

Расчет значений денежного потока с учетом погрешностей

Период t	Значение денежного потока	Максимальное значение денежного потока a	Минимальное значение денежного потока b	Дисперсия		Диапазон изменения Δ
				σ^2	σ	
1	-21547,3	-22 624,665	-20 469,935	128 968,371	359,122	1 077,365
2	-21547,3	-22 624,665	-20 469,935	128 968,371	359,122	1 077,365
3	-21547,3	-22 624,665	-20 469,935	128 968,371	359,122	1 077,365
4	-21547,3	-22 624,665	-20 469,935	128 968,371	359,122	1 077,365
5	-21547,3	-22 624,665	-20 469,935	128 968,371	359,122	1 077,365
6	20244,16	21 256,368	19 231,952	113 840,559	337,403	1 012,208
7	20244,16	21 256,368	19 231,952	113 840,559	337,403	1 012,208
8	20244,16	21 256,368	19 231,952	113 840,559	337,403	1 012,208
9	20244,16	21 256,368	19 231,952	113 840,559	337,403	1 012,208
10	20244,16	21 256,368	19 231,952	113 840,559	337,403	1 012,208
11	41744,4	43 831,620	39 657,180	484 054,148	695,740	2 087,220
12	41644,4	43 726,620	39 562,180	481 737,792	694,073	2 082,220
13	41644,4	43 726,620	39 562,180	481 737,792	694,073	2 082,220
14	41644,4	43 726,620	39 562,180	481 737,792	694,073	2 082,220
15	41644,4	43 726,620	39 562,180	481 737,792	694,073	2 082,220
16	80420,76	84 441,798	76 399,722	1 796 527,400	1 340,346	4 021,038

Расчет приведенной стоимости по средним значениям (классический расчет):

$$\text{ЧДД} = 28\,242,47 \text{ млн р.}$$

В табл. 4 приведен расчет погрешности степени $(1 + 0,12 \pm 0,006)^t$ с указанием диапазона изменения $\Delta_c = t(1 + 0,12)^{t-1} \cdot 0,006$.

Таблица 4

Расчет погрешности степени по годам строительства

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Δ_c	0,00600	0,01344	0,02258	0,03372	0,04721	0,06344	0,08290	0,10611
t	9	10	11	12	13	14	15	16
Δ_c	0,13370	0,16638	0,20499	0,25046	0,30389	0,36653	0,43984	0,52546

Погрешность дроби рассчитывается по формуле

$$(a/b)\Delta_d = \frac{a\Delta b + b\Delta a}{b^2}, \quad (3)$$

при этом обозначим $(1 + 0,12)$ через s .

В табл. 5 приведен расчет погрешности дроби.

Расчет погрешности суммы — погрешность приведенной стоимости:

$$\Delta\text{ЧДД} = 16\,591,432 \text{ млн р.}$$

Таким образом, значение приведенной стоимости будет в пределах от 11 651,038 (28 242,47 – 16 591,432) до 44 833,902 (28 242,47 + 16 591,432), что составляет **±58,7 %**. Такая величина разброса приведенной стоимости очень велика и не может рассматриваться для принятия управленческого решения.

Расчет приведенной стоимости моделированием (равномерный закон распределения).

Расчет выполняется в Excel. Необходимо записать в ячейки электронных таблиц Excel значения случайных величин в диапазоне измерения: равномерно распределенная случайная величина (слчис() = ξ) умножается на величину интервала измерения $(b - a)$ и добавляется левая граница измерения (a) . По

данным табл. 4.14 максимальное значение = 34 248,14, минимальное значение = 24018,42, среднее отклонение составляет $\pm 18,11\%$.

Таблица 5

Расчет погрешности дроби

t	a	s	Δa	Δc	$a\Delta b$	$b\Delta a$	b^2	Δd
1	-20 469,94	1,12	-1 077,37	0,006	-122,82	-1206,6488	1,254	-1 059,844
2	-20 469,94	1,25	-1 077,37	0,01344	-275,12	-1351,4467	1,574	-1 033,710
3	-20 469,94	1,40	-1 077,37	0,02258	-462,21	-1513,6203	1,974	-1 001,018
4	-20 469,94	1,57	-1 077,37	0,03372	-690,25	-1695,2547	2,476	-963,464
5	-20 469,94	1,76	-1 077,37	0,04721	-966,39	-1898,6852	3,106	-922,476
6	21 256,37	1,97	1 012,21	0,06344	1 348,50	1997,9191	3,896	858,943
7	21 256,37	2,21	1 012,21	0,0829	1 762,15	2237,6694	4,887	818,443
8	21 256,37	2,48	1 012,21	0,10611	2 255,51	2506,1897	6,130	776,737
9	21 256,37	2,77	1 012,21	0,1337	2 841,98	2806,9325	7,690	734,582
10	21 256,37	3,11	1 012,21	0,16638	3 536,63	3143,7644	9,646	692,535
11	43 831,62	3,48	2 087,22	0,20499	8 985,04	7260,4991	12,100	1 342,572
12	43 726,62	3,90	2 082,22	0,25046	10 951,77	8112,2791	15,179	1 255,980
13	43 726,62	4,36	2 082,22	0,30389	13 288,08	9085,7526	19,040	1 175,092
14	43 726,62	4,89	2 082,22	0,36653	16 027,12	10176,043	23,884	1 097,107
15	43 726,62	5,47	2 082,22	0,43984	19 232,72	11397,168	29,960	1 022,362
16	84 441,80	6,13	4 021,04	0,52546	44 370,79	24650,546	37,582	1 836,566

Далее выполнены аналогичные расчеты для нормального распределения. С помощью пакета анализа данных Excel «Генерация случайных чисел» получено 200 значений приведенной стоимости с колебанием всех показателей $\pm 5\%$ от расчетной величины (28242,47).

В результате расчетов получено минимальное значение приведенной стоимости 23318,08 млн р., максимальное значение составило 32360,92 млн р. По данным расчетов построен график (рис. 2).



Рис. 2. Значения приведенной стоимости по нормальному закону распределения

Из статистики известно, что нормальное распределение на графике представляет собой симметричную куполообразную кривую, имеющую максимум в точке, соответствующей средней арифметической ряда. Эта же точка является модой и медианой ряда. Точки перегиба у нормальной кривой находятся на расстоянии σ от средней арифметической.

Плотность нормального распределения выражается следующим уравнением

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (4)$$

где y — ордината кривой распределения; x — значение изучаемого признака; $\bar{x}$ — средняя арифметическая ряда; σ — среднее квадратическое отклонение изучаемого признака.

Отклонение отдельных вариантов от средней арифметической нормируют по среднему квадратическому отклонению и именуют нормальным отклонением, обозначая t .

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}. \quad (5)$$

Если в формуле (4) провести соответствующую замену, то уравнение примет вид:

$$y = \varphi(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}. \quad (6)$$

В результате проведенных расчетов получаем: $\bar{x} = 28\,129$, $\sigma = 1\,092,75$.

Таким образом, наиболее вероятное значение приведенной стоимости лежит в интервале от 27 036,25 до 29 221,75 млн р. Отклонение составляет $\pm 3,88\%$, что является достаточно приемлемой величиной.

Вывод: при прогнозировании показателей эффективности инвестиционного проекта наилучший результат дает метод имитационного моделирования на основе прогнозирования случайных значений по нормальному закону распределения.

Оценка риска инерционного инвестирования при ставке дисконтирования 12 % и величине риска изменения 5 % дает наиболее вероятное значение приведенной стоимости в интервале от 25 035,10 до 27 058,83 млн р. Отклонение составляет $\pm 3,47\%$, что является достаточно приемлемой величиной.

Для сценария опережающего финансирования, ставка дисконтирования 12 %, величина риска изменения 5 %. Таким образом, наиболее вероятное значение приведенной стоимости лежит в интервале от 19 892,64 до 21 681,89 млн р. Отклонение составляет $\pm 3,98\%$, что является достаточно приемлемой величиной.

Выполненные расчеты позволяют принять устойчивую программу инвестирования строительства железной дороги «Кызыл — Курагино».