

УДК 69.003.

МАГОМЕДОВ АРБУЛИ ГУНАШЕВИЧ

д.э.н., профессор, профессор кафедры «Организация и управление строительными предприятиями и предприятиями нефтегазовой отрасли» ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», e-mail: dstu@dstu.ru

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РИСКАМИ В ЛИНЕЙНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Цель работы. Показать, что основным видом сред, в которых осуществляется линейное строительство нефтепроводов, являются динамические среды с высокими рисками реализации инвестиционных строительных проектов. Разработать методики анализа влияния изменений условий окружающей среды на эффективность принимаемых управленческих решений в линейном строительстве нефтепроводов. **Методы.** Исследовать основные виды рисков, характерные для линейного строительства нефтепроводов в динамических окружающих средах, и установить причины их возникновения. **Результат.** Предложены два способа проведения анализа рисков линейного строительства в динамических средах: с применением метода Монте-Карло в средах с устойчиво повторяющимися событиями и с применением данных, полученных экспертным путем с последующей их обработкой с использованием математического аппарата нечетких множеств в средах со спонтанно происходящими изменениями. **Область применения.** В системах управления строительными предприятиями, занимающимися строительством линейных объектов различного назначения. **Выводы.** Предложенный подход позволяет устанавливать и анализировать основные риски линейного строительства и на этой основе повысить эффективность управления строительным производством в нестабильных условиях современного рынка.

Ключевые слова: линейное строительство, строительство нефтепроводов, динамическая окружающая среда, инвестиционные строительные проекты, высокие риски.

MAGOMEDOV ARBULI GUNASHEVICH

Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Faculty of "Organization and Management of Construction Enterprises and Enterprises of Oil and Gas Industry" of FSBEI of HE "Dagestan State Technical University", e-mail: dstu@dstu.ru

ORGANIZATIONAL-ECONOMIC ASPECTS OF MANAGEMENT OF INVESTMENT AND PRODUCTION RISKS IN LINEAR CONSTRUCTION

Abstract. The purpose of the work. To show that the main type environments, in which the linear construction of oil pipelines, are dynamic environments with a high risk of implementation of investment construction projects. To develop techniques of analysis of the impact of changes in environmental conditions on the effectiveness of managerial decisions in a linear construction of oil pipelines. **Methods.** Explore principal risks specific to linear construction of oil pipelines in dynamic environments, and to establish their causes. **Result.** There are two methods of the risk analysis linear construction in dynamic environments: application of Monte-Carlo in environments with stable recurring events and using the data obtained by experts and their subsequent processing using the mathematical apparatus of fuzzy sets in environments with spontaneously occurring changes. **Scope.** In control systems for construction companies engaged in construction of linear objects for various purposes. **Conclusions.** The proposed approach allows to establish and analyze the main risks to the linear construction, and on this basis to improve the effectiveness of construction management in unstable conditions of the modern market.

Keywords: linear construction, pipeline, dynamic environment, investment and construction projects, high risks.

Управление линейным строительным производством в силу пространственного распределения и высокой нестабильности экономической среды осуществляется в условиях высоких рисков [1, 2]. В этой связи эффективное управление строительно-монтажными работами в линейном строительстве должно обладать возможностями оценки и управления инвестиционными и производственными процессами с учетом риска. В общем случае в линейном строительстве инвестиционные и управленческие решения могут приниматься в следующих условиях:

- априори определённая среда;
- динамичная среда с рисками (среда с вероятностной определенностью);
- априори неопределённая среда.

Априори определённая среда характеризуется:

- априори заданными закономерностями развития;
- заданным планом функционирования объекта управления, который не корректируется во времени;
- заданными условиями и состояниями системы управления.

Это позволяет экстраполировать результаты принимаемых решений практически в стандартных ситуациях и таким образом организовать процесс управления объектом оптимальным образом.

Среда с рисками характеризуется вероятным проявлением рискованных событий, приводящих к снижению запланированной прибыли, которые могут произойти с вероятностью P_i , а с вероятностью $1 - P_i$ не произойти [3, 4]. Следовательно, риск относится к возможности появления в экономической среде линейного строительства неблагоприятных факторов, влияющих на эффективность производства или эффективность управления данным производством. Возникновение рискованных событий или факторов, с одной стороны, можно оценивать с помощью жестких показателей — вероятности возникновения факторов риска, приводящих к потере части ресурсов или к неполучению запланированных доходов, или к появлению дополнительных расходов по сравнению с планом с дисперсией вокруг предполагаемого результата. С другой стороны, риски можно оценивать с помощью мягких показателей, определяемых степенью возникновения факторов риска или рискованных событий, которая выражается как качественно, так и количественно с помощью лингвистических переменных и функций [5–8]. При этом состояние сред с рисками рассматривается как ситуация, в которой предполагаются допустимые исходы принимаемых решений и вероятности их получения.

Априори неопределённой среде соответствует такая ситуация, когда известны только возможные альтернативные исходы принимаемых решений, но неизвестны результаты, к которым они могут привести в условиях риска.

Следует отметить, что линейное строительство в нефтяной промышленности как система характеризуется рядом специфических особенностей, отличающих её от других отраслей материального производства. Наиболее существенными такими отличиями при проведении анализа эффективности реализации инвестиционных строительных проектов с линейным строительством и оценки рисков являются:

- большая зависимость показателей и критериев эффективности затрат от природных условий и нестабильного характера их изменений;
- вероятностный характер изменения основных технико-экономических показателей производства, например, в горной местности под небольшим слоем грунта можно столкнуться с наличием трудно разрабатываемых скальных пород и т. д.;
- изменение воспроизводственной структуры капиталовложений в масштабе отрасли в сторону увеличения их доли, направляемой на компенсацию падения добычи нефти на старых месторождениях;
- большая продолжительность производственного процесса;
- высокая капиталоемкость строительства, необходимость осуществления крупных инвестиций, длительный период возмещения начального капитала.

Эти особенности линейного строительства в нефтяной промышленности оказывают существенное влияние и на организационно-экономические аспекты формирования системы управления инвестиционными и производственными проектными рисками. Инвестиционным строительным проектам в этой области присущи, например, следующие специфические риски для

линейного строительства:

- связанные с необходимостью распределения производственных бригад и функциональных подразделений системы управления по длине строящегося объекта;
- неточного проведения проектно-изыскательских работ по пересеченной местности;
- связанные с изменением погодных условий, которые особенно сильно сказываются на эффективности линейного строительства;
- вызванные повышенной вероятностью возникновения форс-мажорных ситуаций.

Основными причинами возникновения рисков в процессе реализации инвестиционных строительных проектов в нефтяной отрасли являются: распределение отдачи от проекта во времени; разброс значений каждой переменной, влияющей на величину критериев эффективности; значительные расходы, связанные со сбором информации, необходимой для принятия решений [9].

Все участники линейного строительства заинтересованы в том, чтобы снизить вероятность принятия неудачного (неэффективного) решения, избежать полного провала проекта или хотя бы значительных убытков. Для этого участники линейного строительства вынуждены учитывать все возможные последствия реализации инвестиционных строительных проектов, например, нефтепроводов в быстро меняющейся политической и экономической составляющих окружающей среды.

Таким образом, возникает объективная необходимость всестороннего анализа рисков в процессе линейного строительства, задача которого заключается в необходимости дать потенциальным партнёрам инвестиционного строительного проекта и подрядному предприятию недостающую информацию для принятия решений, в т. ч. и решений о целесообразности участия в проекте и предусмотреть меры по защите от возможных финансовых потерь.

Как показывает практика, лица, принимающие решения об инвестициях, могут быть либо расположены к риску, либо не расположены к риску или безразличны к нему. Однако большинство руководителей строительных предприятий не склонны к риску, что подтверждается их стремлением застраховаться от рискованных ситуаций. В таком случае для привлечения инвесторов и подрядных строительных организаций в процесс реализации проекта он должен генерировать большую прибыль, которая может заинтересовать данных субъектов соответственно во вложениях и участии в строительстве [10,11].

В общем случае анализ рисков можно подразделить на качественный и количественный [12,13].

Главная задача качественного анализа — определить факторы риска, этапы и работы, при выполнении которых они проявляются, установить потенциальные области риска, после чего — идентифицировать все возможные причинно-следственные связи между факторами, приводящими к возникновению рискованных событий и связанных с ними последствий.

Количественный анализ риска подразумевает численную оценку отдельных рисков и рисков проекта в целом. Количественный анализ значительно сложнее и базируется на теории вероятностей, математической статистике, теории нечетких множеств и теории исследования операций.

Прежде чем перейти к анализу рисков, дадим следующие определения. Событием в теории вероятностей называется то, что может произойти или не произойти при осуществлении определенного комплекса условий. Каждое такое осуществление называется испытанием [14]. В качестве примеров события в линейном строительстве можно привести задержку платежей заказчиком, выход из строя строительной техники, изменение погодных условий, срыв поставок материально-технических ресурсов и т. д. События могут быть детерминированными, т. е. обязательно происходящими и случайными, или происходящими необязательно, но способными произойти в определенных условиях. Именно со случайными событиями и связано возникновение факторов риска.

Кроме того, события могут быть устойчиво повторяющимися и спонтанными или непредсказуемыми, последние в основном и связаны с высокими рисками инвестиционной деятельности в линейном строительном производстве.

Оценка вероятности возникновения риска может быть объективной, т. е. вычисленной на основе относительной частоты, с которой происходят события, и субъективной, определяемой

предположениями относительно будущего, основанными на суждении или личном опыте экспертов. В первом случае для оценки обычно используется метод Монте-Карло [15–17], во втором случае для получения количественной оценки данные, полученные экспертным путем, обрабатываются инструментами теории нечетких множеств [18,19].

Для получения оценок первым способом используется теория вероятностей и случайные величины. Случайной величиной называется такая величина, которая в результате испытания принимает определенное значение случайным образом с заданной вероятностью происходящих событий. В повторных же испытаниях значение случайной величины может изменяться.

Для оценки вероятностей возникновения риска по методу Монте-Карло для устойчиво повторяющихся событий может быть использована следующая форма организации единичного жребия:

- для оценки возникновения отдельного риска: «какое значение приняла величина вероятности P_i возникновения i -го фактора риска»;

- для оценки вероятностей в совокупности возникающих рисков при условии, что они образуют полную группу событий, и вероятность одновременного проявления нескольких рисков событий является бесконечно малой случайной величиной: «какую совокупность значений принимает система вероятностей $\{P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_n\}$ возникновения соответственно факторов риска $\{A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n\}$ ».

Единичный жребий и в первом и во втором случае можно реализовать, полагая, что достаточно получить случайное число R (при заданном законе распределения вероятности возникновения риска), все значения которого лежат на интервале от 0 до 1. Закон же распределения вероятностей возникновения рисков определяется на основе ранее собранных статистических данных, полученных в процессе выполнения аналогичных строительных проектов.

Таким образом, основным недостатком первого способа оценки рисков является необходимость получения объективных статистических данных для построения законов распределения вероятностей их возникновения. Это не всегда возможно ввиду высокой индивидуальности проектов линейного строительства.

Второй способ для оценки вероятности возникновения рисков предусматривает обработку данных для конкретного проекта линейного строительства, получаемых экспертным путем. С этой целью формируется лингвистическая переменная с названием «степень возникновения риска», базовое значение которой определяется на интервале от 0 до 1. Базовый интервал численных значений оценки разбивается на пять одинаковых подинтервалов, каждому из которых, начиная с первого, в соответствие ставятся следующие термы лингвистической переменной: «очень малая степень или вероятность возникновения риска», «малая вероятность возникновения риска», «средняя вероятность возникновения риска», «высокая вероятность возникновения рисков» и «очень высокая вероятность возникновения рисков». В этом случае каждый полученный интервал численной оценки рисков определяется соответствующим ему нечетким множеством.

После этого нечетному числу независимых экспертов предоставляется перечень производственных рисков, связанных с линейным строительством, и определяются условия реализации строительного проекта. На основе полученных данных экспертам по пятибалльной качественной шкале «очень малая вероятность», «малая вероятность», «средняя вероятность», «высокая вероятность» и «очень высокая вероятность» предлагается оценить степень возникновения рисков. Окончательное же качественное значение вероятности возникновения рисков определяется по простому большинству одинаковых полученных экспертных оценок.

После этого путем проекции максимума функции принадлежности нечеткого множества, соответствующего полученной качественной оценке, на базовую шкалу значений определяется количественная оценка вероятности возникновения риска на интервале от 0 до 1. Полученная таким образом оценка используется в дальнейшем для принятия управленческих и хозяйственных решений в условиях риска.

Следует отметить, что по мере накопления опыта линейного строительства граничные значения различных интервалов качественной оценки на базовой шкале могут корректироваться, и тем самым повышается уровень адекватности проводимой оценки.

После оценки рисков и определения наиболее существенных из них, например, по следую-

щему правилу: «если вероятность возникновения риска высокая или равна 0,5, то такой риск является существенным и его необходимо учитывать в процессе принятия решений», необходимо выбрать наиболее эффективные способы снижения учитываемых рисков.

В общем случае, к основным способам снижения проектных рисков можно отнести следующие.

Риск проекта на этапе его реализации можно уменьшить, предусмотрев диверсификацию — распределение усилий строительного предприятия между видами деятельности, результаты которых непосредственно не связаны между собой.

Принимая решение о производстве линейного проекта, строительному предприятию необходимо его рассмотреть не изолированно, а во взаимосвязи с уже имеющимися видами деятельности предприятия. При этом в целях снижения риска предприятию необходимо диверсифицировать свою деятельность на таких сегментах рынка строительной продукции, на которых обычно спрос изменяется в противоположных направлениях.

Для измерения взаимосвязи между какими-либо видами деятельности строительного предприятия используется показатель корреляции. Диверсификация с отрицательной корреляцией, в основном, несколько уменьшает совокупную отдачу от проектов, но в то же время сокращает риск резкого уменьшения доходов.

Распределение риска между участниками проекта также является одним из способов его снижения для конкретного предприятия. Обычная практика распределения риска заключается в том, чтобы сделать ответственным за конкретный вид риска того участника проекта, который в состоянии лучше всех остальных рассчитывать и контролировать этот риск.

Проблема распределения риска носит двойственный характер, обусловленный участием в инвестиционном строительном проекте, по меньшей мере, двух участников — заказчика и подрядчика. Заказчик стремится по возможности уменьшить стоимость контракта. С другой стороны, исполнитель работ при формировании портфеля заказов стремится к получению приемлемой для него массы прибыли. Прибыль исполнителя при реализации линейного строительного проекта может быть определена по следующей формуле [20]:

$$PP = \prod_{i=1}^n (K + X_i)^{P(x_i)}$$

где PP — прибыль, получаемая с учетом риска; K — начальный капитал; X_i — возможная прибыль исполнителя при реализации i-го исхода работ; $P(x_i)$ — вероятность возникновения i-го исхода; n — число возможных исходов.

Большинству крупных инвестиционных строительных проектов в нефтяной промышленности, как показывает практика, свойственны задержки в их реализации, что может привести к такому увеличению стоимости работ, которое превысит первоначальную стоимость проекта. Выход из такой ситуации заключается в том, что к участию в проекте должна быть привлечена страховая компания. Страхование риска есть по существу передача определённых рисков страховой компании.

Снизить уровень риска инвестиционного строительного проекта в ряде случаев можно путем приобретения дополнительной информации, позволяющей уточнить некоторые параметры проекта, повысить уровень надежности и достоверности исходной информации и на этой основе снизить вероятность принятия неэффективного решения. При этом приобретение дополнительной информации с помощью проведения эксперимента целесообразно, если стоимость информации (эксперимента) не превышает минимального среднего риска.

Последним из наиболее распространённых способов снижения риска инвестиционного строительного проекта является резервирование средств на покрытие непредвиденных расходов. Этот способ предусматривает установление соотношения между потенциальными рисками, влияющими на стоимость проекта, и размером расходов, необходимых для преодоления нарушений в ходе его реализации. При определении суммы резерва необходимо учитывать точность первоначальной оценки стоимости проекта и его элементов в зависимости от этапа проекта, на котором проводилась эта оценка. При этом на практике используется следующих два способа:

– резерв делится на две части: общий и специальный;

– создаётся структура резерва, предполагающая определение непредвиденных расходов по видам затрат: основные и вспомогательные материалы, оборудование, заработная плата и т. д.

В общем случае сформированный резерв не должен использоваться для компенсации потерь, понесённых вследствие неудовлетворительной работы участников проекта.

Следует отметить, что производство строительно-монтажных работ, связанных с прокладкой трубопровода по оптимальной трассе, без учёта рисков может привести к возникновению дополнительных затрат, превышающих запланированные затраты на строительство трубопровода. Во избежание данной ситуации при выборе оптимальной трассы строительства трубопровода в горной местности необходимо учитывать риски, которые могут привести к возникновению дополнительных затрат.

В этом случае задача сводится к выбору такой трассы прокладки трубопровода из всех допустимых трасс, для которой суммарные затраты на производство строительно-монтажных работ будут минимальными.

Для формирования критерия выбора определим средние суммарные риски R_j , приводящие к возникновению дополнительных производственных затрат на j -й трассе:

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^m k_{ij} P_{ij}}{m},$$

где k_{ij} — коэффициент, который равен 1, если i -й вид риска связан с возникновением дополнительных производственных затрат, и он является существенным при строительстве трубопровода по j -й трассе и равен 0 в противном случае; P_{ij} — вероятность возникновения риска i -го наименования при строительстве трубопровода по j -й трассе; m — общее количество рисков, связанных с линейным строительством.

Тогда, интерпретируя вероятность возникновения дополнительных затрат как их долю от запланированных суммарных затрат C_j на производство строительно-монтажных работ при выборе j -й трассы, данные затраты Z_j при строительстве трубопровода по j -й трассе можно определить следующим образом:

$$Z_j = C_j R_j.$$

Отсюда в качестве критерия выбора оптимальной трассы трубопровода, обеспечивающей минимальные затраты на его строительство с учетом сложности и риска, можно использовать следующее выражение:

$$\min (C_j + Z_j)$$

При этом в случае благоприятно сложившихся обстоятельств предприятие понесет потери ΔZ , равные:

$$\Delta Z = C_j^* - \min_{j=1}^n C_j,$$

где C_j^* — стоимость строительства трубопровода по выбранной с учетом риска трассе без дополнительных затрат.

Литература

1. Стаценко, А. С. *Технология строительного производства*. — М. : Феникс, 2008.
2. Иарануха, Н. Л., Первушин, Г. Н., Смышляева, Е. Ю. и др. *Технология и организация строительных процессов*. — М. : АСВ, 2006.
3. Макаревич, К. М. *Управление предпринимательскими рисками*. — М. : ДиС, 2006.
4. Тепман, Л. Н., Эришвили, Н. Д. *Управление инвестиционными рисками*. — М. : ЮНИТИ, 2016.
5. Guillaume, G. *Foundations for a science of language*. — Amsterdam-Philadelphia : John Benjamins, 2004. P. 58–60.
6. Li, Calzi M. *Towards a General Setting for the Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems*. 1990. No.35. P. 265–280.
7. *Automatisierungstechnik : Immer mehr Hersteller setzen auf Fuzzy-Logik // Konstruktionspraxis*. 1992.

№12. P. 102–112.

8. Заде, Л. Логико-лингвистическая переменная и её применение для принятия приближенных решений. — М. : Мир, 1976.

9. Андреев, А. Ф. и др. Статистический метод оценки риска инвестиционных проектов в нефтяной и газовой промышленности // Экономика и управление нефтегазовой промышленности. 1997. № 6. С. 11–12.

10. Трушкевич, А. И. Организация проектирования и строительства. — Минск : Высшая школа, 2009.

11. Чистов, Л. М., Збрицкий, А. А. Теория эффективного управления социально-экономическими системами. — СПб. : Астерион, 2009.

12. Иода, Е. В., Иода, Ю. В., Мешкова, Л. Л., Болотина, Е. Н. Управление предпринимательскими рисками. — Тамбов : Тамб. гос. тех. ун-т, 2002.

13. Шапкин, А. С. Экономические и финансовые риски : оценка, управление, портфель инвестиций. — М. : Дашков и Ко, 2003.

14. Вентцель, Е. С., Овчаров, Л. А. Теория вероятностей и её инженерные приложения. — М. : Высшая школа, 2000.

15. Вентцель, Е. С. Исследование операций : задачи, принципы, методология. — М. : Наука, 1980.

16. Бойкова, Г.В. Метод Монте-Карло и оценка рисков инвестиционных проектов // Ученые записки Российского государственного социального университета. 2000. № 8. С. 253–257.

17. Смоляк, С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности. — М. : Наука, 2002.

18. Мелехин, В. Б., Алиев, С. Н., Вердиев, М. М. Лингвистические функции и особенности их применения в системах управления и принятия решений // Научно-технические ведомости СПб ГПУ. Основной выпуск. 2008. № 2. С. 249–254.

19. Мелехин, В. Б., Абдурахманов, Д. Б., Дуллуева, Р. М. Методика интегральной оценки инвестиционных рисков строительного предприятия с нечеткой логикой обработки экспертных данных // Экономика строительства. 2014. № 4. С. 34–39.

20. Грузинова, В. П. Экономика предприятия. — М. : Финансы и статистика, 2005.

References:

1. Statsenko A. S. Technology of building production. — M. : Feniks, 2008.

2. Arapaho, N. L., Pervushin, G. N., Smyshlyaev, E. Yu. and others. Technology and organization of construction processes. — M. : ASV, 2006.

3. Makarevich, K. M. Management of business risks. — M.: Dis, 2006.

4. Tepman L. N., Berishvili, N. D. investment risk Management. — M. : YUNITI, 2016.

5. Guillaume, G. Foundations for a science of language. Amsterdam-Philadelphia : John Benjamins, 2004. R. 58-60.

6. Li Calzi M. Towards a General Setting for the Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems. 1990. No.35. P. 265-280.

7. Automatisierungstechnik : Immer mehr Hersteller setzen auf Fuzzy-Logik // Konstruktionspraxis. 1992. No.12. P. 102-112.

8. Zadeh, L. Tractatus Logico-linguistic variable and its application to making approximate decisions. — M. : Mir, 1976.

9. Andreev, A. F., et al. Statistical method risk assessment of investment projects in the oil and gas industry // Economics and management oil and gas industry. 1997. No. 6. S. 11-12.

10. Trushkevich, A. I. Organization of design and construction. —Minsk : Vysheishaya school, 2009.

11. Chistov, L. M., Zbritsky, A. A. the Theory of efficient management of socio-economic systems. — SPb. : Astérion, 2009.

12. Iodine, I.e., Iodine, U. V., Meshkov L. L., Bolotina, E. N. Management of business risks. — Tambov : Tamb. state technical University, 2002.

13. Shapkin A. S. Economic and financial risks : evaluation, management, investment portfolio. — M. : Dashkov and Co., 2003.

14. Wentzel, E. S., Ovcharov L. A. probability Theory and its engineering applications. — M. : Higher school, 2000.

15. Wentzel, E. S. operations Research : tasks, principles, methodology. — M. : Nauka, 1980.

16. Boikova, V. Monte Carlo simulation and risk assessment of investment projects // scientific notes of Russian state social University. 2000. No. 8. P. 253-257.

17. Smolyak S. A. Assessment of efficiency of investment projects in conditions of risk and uncertainty. — M. : Nauka, 2002.

18. Melekhin, V. B., Aliiev, S. N., Verdiev, M. M. Linguistic functions and features of their application in control systems and decision making // Scientific-technical Bulletin of SPb GPU. Main edition. 2008. No. 2. S. 249-254.

19. Melekhin, V. B., Abdurahmanov D. B., Gulueva, R. M. Methods integral assessment investment risk of the construction enterprises with the fuzzy logic of the processing expert data // Economics of construction. 2014. No. 4. P. 34-39.

20. Gruzinova, V. P. Economics. — M. : finances and statistics, 2005.