

Вероятностный метод формирования резерва на непредвиденные расходы при бурении нефтяных и газовых скважин

Заявка № 1669965

В условиях высокой капиталоемкости и технологической неопределённости проектов бурения нефтяных и газовых скважин задача формирования резерва на непредвиденные расходы приобретает особую значимость. На практике резерв чаще всего устанавливается в виде фиксированного процента от стоимости строительства скважины. Несмотря на распространённость данного подхода, он не учитывает вероятностную природу возникновения осложнений и вариативность их экономических последствий. В результате фиксированный норматив может приводить либо к избыточному отвлечению капитала, либо к недостаточному покрытию рисков, что снижает обоснованность финансового планирования и устойчивость проекта.

Целью исследования является разработка вероятностного метода формирования резерва на непредвиденные расходы при бурении скважин, основанного на анализе статистики осложнений и применении имитационного моделирования. В рамках предложенного подхода непредвиденные расходы рассматриваются как случайная величина, формируемая совокупным воздействием технологических осложнений, каждое из которых характеризуется определённой вероятностью наступления и диапазоном возможных финансовых последствий. Использование эмпирических данных по ранее пробуренным скважинам позволяет оценить частоту возникновения отдельных видов осложнений и задать интервалы их стоимостных эффектов. На основе этих параметров строится распределение возможных дополнительных затрат при бурении одной скважины, что создаёт основу для определения величины резерва в соответствии с выбранным уровнем допустимого риска.

Для демонстрации работы методики проведён сценарный анализ для двух вариантов бурения, различающихся вероятностной структурой осложнений. В первом сценарии предполагаются относительно стабильные геологические условия и умеренная частота риск-событий. Результаты моделирования показали, что при таких параметрах величина резерва, рассчитанная по уровню доверия 95%, оказывается существенно ниже установленного нормативного значения в размере 5% от стоимости скважины. Нормативный резерв превышает вероятностно обоснованную величину примерно на 168%. Это означает формирование избыточного финансового буфера по сравнению с фактическим уровнем риска. С экономической точки зрения подобная ситуация свидетельствует о неэффективном отвлечении капитала, который мог бы быть использован для финансирования других инвестиционных направлений либо для сокращения потребности в заёмных средствах.

Во втором сценарии рассматриваются условия бурения с более высокой вероятностью возникновения осложнений при сохранении диапазонов их стоимостных последствий. В этом случае расчёты показывают обратную картину: величина резерва, определённая на основе вероятностной модели, превышает норматив примерно на 53%. Фиксированный процент оказывается недостаточным для покрытия риска, что увеличивает вероятность превышения бюджета и возникновения дефицита финансирования в процессе строительства скважины. Усиление хвостовой части распределения потерь указывает на рост вероятности реализации редких, но крайне затратных комбинаций осложнений, что особенно характерно для капиталоемких проектов с высокой технологической неопределённостью.

Сравнение двух сценариев демонстрирует, что объём резервирования зависит от вероятностной структуры осложнений нелинейным образом. При неизменных диапазонах стоимостных последствий увеличение частоты риск-событий приводит к существенному

росту требуемого финансового буфера. Нормативный же подход остаётся неизменным вне зависимости от параметров риск-профиля и потому не обеспечивает адаптивности к изменению геолого-технологических условий. Это подтверждает ограниченность детерминированного процентного резервирования в условиях высокой неопределённости.

Научная новизна исследования заключается в адаптации вероятностного подхода к формированию резерва затрат с учётом отраслевой специфики бурения нефтяных и газовых скважин. В отличие от универсальных моделей управления проектными рисками, предложенный метод опирается на эмпирическую статистику осложнений и позволяет количественно увязать величину резерва с фактической структурой рисков конкретного проекта. Тем самым процесс резервирования переводится из нормативной в риск-ориентированную плоскость.

Практическая значимость результатов состоит в возможности повышения обоснованности финансового планирования и устойчивости проектов бурения. Использование вероятностного распределения затрат позволяет учитывать не только средний уровень ожидаемых потерь, но и вероятность экстремальных отклонений, способных существенно повлиять на экономику проекта. Переход к риск-ориентированной модели резервирования создаёт условия для оптимизации структуры капитала, снижения волатильности денежных потоков и повышения прозрачности управленческих решений.

Полученные результаты подтверждают целесообразность отказа от универсального фиксированного норматива в пользу адаптивной вероятностной модели, учитывающей фактическую структуру осложнений и выбранный уровень допустимого риска. Такой подход повышает гибкость финансового планирования и способствует более устойчивой реализации капиталоемких проектов в нефтегазовой отрасли.

Источники и литература

- 1) Хайловский В. Н., Беляев С. Н., Игнатова Н. М., Родионовская Т. С. (2015). Анализ геологических осложнений в надпродуктивных отложениях на Астраханском ГКМ // Международный научно-исследовательский журнал. № 1 (32). С. 71–74. [Khailovsky, V. N., Belyaev, S. N., Ignatova, N. M. & Rodionovskaya, T. S. (2015). Analysis of geological complications in overproductive deposits at the Astrakhan GCM. International Research Journal, (1(32)), 71–74 (In Russian).]
- 2) Шириева, Н. С., Шириев, А. К. & Тляшева, Р. Р. (2020). Проведение анализа риска строительства скважин с оценкой влияния геолого-технических условий бурения на вероятность возникновения осложнений. Нефтепромышленное дело, (10(622)), 43–48. [Shirieva, N. S., Shiriev, A. K. & Tlyasheva, R. R. (2020). Conducting risk analysis of well construction with assessment of the influence of geological and technical drilling conditions on the probability of complications. Neftepromyslovoe delo, (10(622)), 43–48 (In Russian).] DOI:10.30713/0207-2351-2020-10(622)-43-48
- 3) Acebes, F., González-Varona, J., López-Paredes, A. & Pajares, J. (2024) Beyond probability-impact matrices in project risk management: A quantitative methodology for risk prioritisation. Humanities & Social Sciences Communications. 11 (1), 670. DOI:10.1057/s41599-024-03180-5.
- 4) Ammar, T. & El-Dash, K. (2023) Appropriate budget contingency determination for construction projects: State-of-the-art. Alexandria Engineering Journal. 78, 88–103. DOI:10.1016/j.aej.2023.07.035.
- 5) Armijos-De La Cruz, B. A., Castro Esparza, J. R., Benitez, J. F. L. B. & Armijos De La Cruz, W. Y. (2025) Leveraging Monte Carlo Simulation for Project Risk Management: A

- Study on Pre-Mitigation and Post-Mitigation Techniques in Risk Registers. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 9 (5), 6975–6992. DOI:10.37811/cl_rcm.v9i5.20089.
- 6) Ashtari, M. A., Ansari, R., Hassannayebi, E. & Jeong, J. (2022) Cost Overrun Risk Assessment and Prediction in Construction Projects: A Bayesian Network Classifier Approach. *Buildings*. 12 (10), 1660. DOI:10.3390/buildings12101660.
 - 7) Barreras, A. J. (2011). Risk management: Monte Carlo simulation in cost estimating. Paper presented at PMI® Global Congress 2011—North America, Dallas, TX. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
 - 8) Bouayed, Z. (2016) Using Monte Carlo Simulation to Mitigate the Risk of Project Cost Over-runs. *International Journal of Safety and Security Engineering*. 6 (2), 293–300. DOI:10.2495/SAFE-V6-N2-293-300.
 - 9) Chauhan, N. (2025) Quantifying the unknown: A Monte Carlo approach to cost contingency and risk assessment. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. 12 (6), 51–64. DOI:10.29121/ijetmr.v12.i6.2025.1630.
 - 10) Cuadros, A., Orobio, A. & Rivera, L. (2018) The use of contingency reserves to analyze risk response actions in project management. *IEOM Society International Proceedings*. Available from: <https://index.ieomsociety.org/index.cfm/article/view/ID/4821>
 - 11) Curto, D., Acebes, F., Gonzalez-Varona, J. & Poza, D. (2022) Impact of aleatoric, stochastic and epistemic uncertainties on project cost contingency reserves. *International Journal of Pro-duction Economics*. 253. DOI:10.1016/j.ijpe.2022.108626.
 - 12) Flyvbjerg, B., Budzier, A., Lee, J. S., Keil, M., Lunn, D. & Bester, D. (2022) The empirical reality of IT project cost overruns: Discovering a power-law distribution. *arXiv*. DOI 10.1080/07421222.2022.2096544
 - 13) Górecki, J. & Díaz-Madroñero, M. (2020) Who Risks and Wins? — Simulated Cost Variance in Sustainable Construction Projects. *Sustainability*. 12 (8), 3370. DOI:10.3390/su12083370.
 - 14) Halil, F. M., Ismail, H., Hasim, M. S. & Hashim, H. (2020) Monte Carlo Simulation for Cost Forecasting in the Green Building Project. *Asian Journal of Quality of Life*. 5 (18). DOI:10.21834/ajqol.v5i18.204.
 - 15) Joubert, F. & Pretorius, L. (2017) Using risk simulation to reduce the capital cost requirement for a programme of capital projects. *Business, Management and Economics Engineering*. 15 (1), 1-13. DOI:10.3846/bme.2017.355.
 - 16) Mak, S. & Picken, D. (2000) Using risk analysis to determine construction project contingencies. *Journal of Construction Engineering and Management*. 126 (April), 130–136. DOI:10.1061/(ASCE)0733-9364(2000)126:2(130).
 - 17) Nindartin, A., Park, S.-J., Lee, K.-T., Kim, J.-H. & Rostiyanti, S.F. (2025) Prediction of Cost Contingency in Construction Projects by Introducing Machine Learning Algorithms. *Journal of Civil Engineering and Management*. 31 (8), 860–880. DOI:10.3846/jcem.2025.24913.
 - 18) Ottaviani, F. M., De Marco, A., Rafele, C. & Castelblanco, G. (2024) Risk perception-based project contingency management framework. *Systems*. 12 (3), 93. DOI:10.3390/systems12030093.
 - 19) Traynor, B.A. & Mahmoodian, M. (2019) Time and Cost Contingency Management Using Monte Carlo Simulation. *Australian Journal of Civil Engineering*. 17 (2), 1-10. DOI:10.1080/14488353.2019.1606499.

- 20) Wei, K., Li, Q., Luan, J., Liu, M. & Wang, X. (2020) Formation Matrix and Its Application in Drilling Risk Evaluation. International Journal of Safety and Security Engineering. 10 (3), 351–357. DOI:10.18280/ijssse.100306
- 21) Zavala, G., Santos, R. & Blas Cano, J. (2025) Stochastic cost estimation in transportation in-frastructure projects using Monte Carlo simulation and correlated risk variables. Future Transportation. 5, 176. DOI:10.3390/futuretransp5040176.
- 22) Zhang, L., Li, Y., Sun, N. & Ning, Y. (2025) Understanding project cost contingency estimation: a holistic risk perspective. International Journal of Managing Projects in Business. 18 (1), 139–164. DOI:10.1108/IJMPB-07-2024-0162.

Иллюстрации

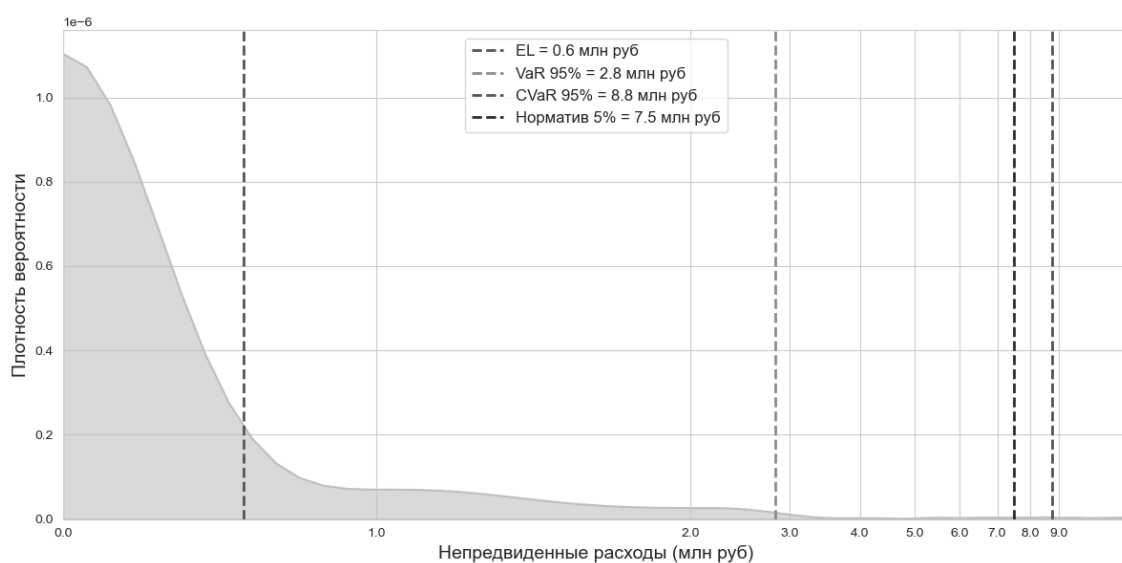


Рис. : Распределение непредвиденных расходов при бурении скважины (сценарий 1)

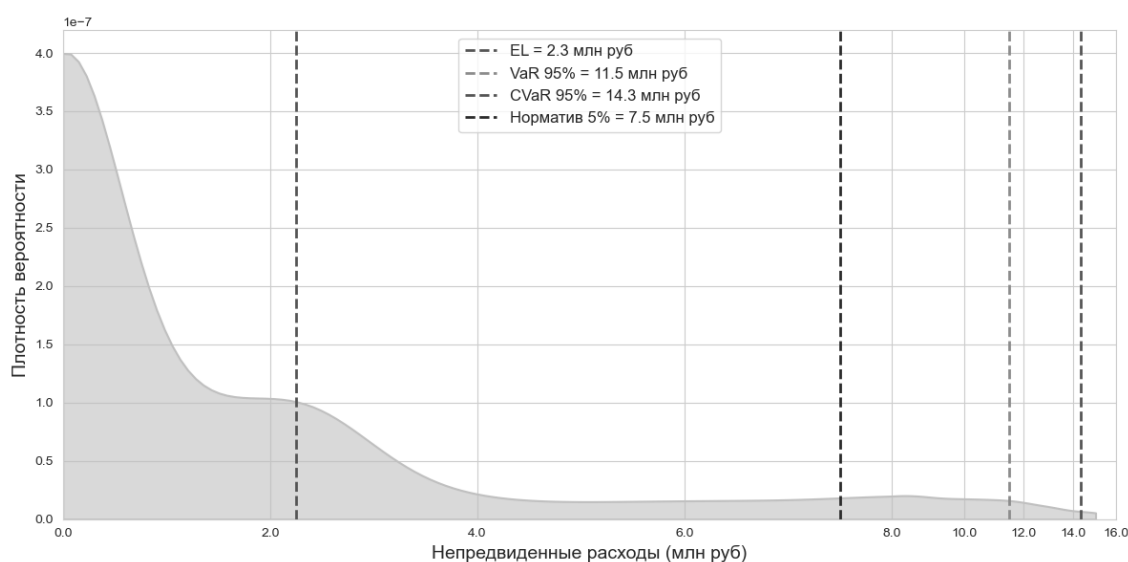


Рис. : Распределение непредвиденных расходов при бурении скважины (сценарий 2)

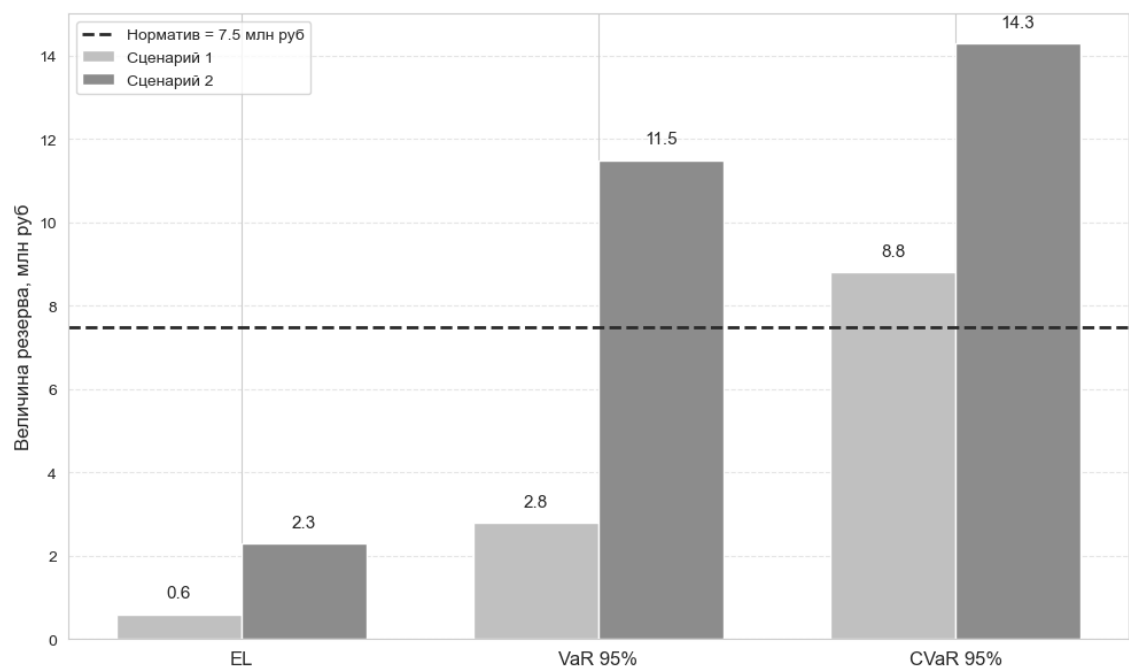


Рис. : Сравнение показателей резервирования по двум сценариям