

УДК 656.6.08.629.563.2.002.72

Е.И. Каплин, аспирант

Севастопольский национальный технический университет

Ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ В ОЦЕНКАХ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Оценена роль неопределённости в моделировании риска транспортных операций при обустройстве морских нефтегазовых месторождений

Ключевые слова: *обустройство морских нефтегазовых месторождений, морские транспортные операции, количественная оценка риска, неопределённость.*

Постановка проблемы. Современные требования оценки безопасности транспортных операций при обустройстве морских нефтегазовых месторождений на основе формальной оценки безопасности всё в большей степени предполагают количественное определение риска.

Оценка безопасности на основе количественной оценки риска даёт представление: экипажу судов о наличии потенциальных опасностей и мерах по их предупреждению и смягчению последствий аварий на судах; оператору операций о необходимых организационных мероприятиях при планировании операций направленных на минимизацию рисков; разработчику проектов морских операций о критичных отказах и событиях в проектах с целью выработки технических решений и рекомендаций, направленных на снижение их уровня опасности; надзорным и классификационным органам об элементах проекта, подлежащих особому вниманию; страховщикам о фактическом уровне безопасности транспортных операций для определения страховых взносов и выплат.

Под риском в настоящее время обычно понимают сочетание вероятности наступления нежелательного события и возможного ущерба от него.

При моделировании риска возникают принципиально неустранимые неопределённости, которые могут существенно повлиять на результаты количественной оценки риска. Классический подход к анализу риска требует оценки неопределённостей, однако, методология определения риска, в частности в оценках безопасности транспортных операций при обустройстве морских нефтегазовых сооружений, ещё не достаточно проста и понятна для применения в проектах морских операций.

Неопределённость результатов – это степень разброса количественных результатов анализа безопасности. Стандарт ISO 3534-1 определяет неопределённость как оценку, относящуюся к результату проверки, которая характеризует область знаний, внутри которой лежит истинное значение. Руководство Международной организации по стандартизации приводит определение неопределённости как “состояния, заключающегося в недостаточности, даже частичной, информации, понимания или знания относительно события, его последствий или его возможности”.

В руководстве [1] указаны следующие причины возникновения неопределённости: подход к оценке риска; используемая модель; значение входных параметров.

Цель работы – анализ и обобщение современного понимания неопределённости в оценках безопасности и роли неопределённости в моделировании риска транспортных операций при обустройстве морских нефтегазовых месторождений. Существует множество неопределённостей, связанных с оценкой риска. Понимание неопределённостей и вызывающих их причин необходимо для эффективной интерпретации значений риска.

Изложение материала исследования. Анализ неопределённости проводится для определения количественной меры разброса результатов (частоты аварий, вероятности реализации аварийных последствий и т.д.).

Различие в подходе может выражаться, например, в учёте различных конкретных обстоятельств аварии или рассмотрении только наиболее опасной из возможных реализаций аварии. Используемые модели количественной оценки риска могут различаться по методикам, положенным в их основу, и, соответственно, по степени детализации, выражающейся в количестве учтённых факторов, и по соответствию математического описания поведения модели поведению моделируемого объекта. Модели основаны на абстрагировании реальности и представляют собой лишь ограниченное представление реальности. Если учесть, что на поведение реальной модели всегда оказывают влияние случайные факторы, например, природного характера, то в итоге результаты моделирования всегда будут обладать неопределённостью. Анализ неопределённостей предусматривает определение изменений и неточностей в результатах моделирования, которые являются следствием отклонения параметров и предположений, применяемых при построении модели. Оценка неопределённости состоит из преобразования

неопределенности критических параметров модели в неопределенность результатов в соответствии с моделью риска.

Особенно сильное влияние на неопределенность результатов оценки риска будут иметь входные параметры моделей, которые могут быть получены из статистических данных или экспертных оценок. Такая оценка сама по себе будет состоять из оценок только по элементам, известным экспертам, и не будет включать неопределенные, но неотъемлемые элементы или возможные отказы, никогда не происходившие ранее. Примером может быть случай, когда дятлы выдолбили каучуковые прокладки в конструкции космического челнока, что практически не могло быть учтено при анализе рисков.

Требования к полноте и точности оценки риска должны быть сформулированы настолько полно, насколько это возможно. Там, где это возможно, должны быть выявлены источники неопределенности. Это относится как к неопределенностям данных, так и к неопределенностям модели.

Источники неопределенностей (названных погрешностями) формальной оценки безопасности применительно к оценке безопасности судов приведены в статье [2]. К ним отнесены ошибки при классификации аварийных случаев, ошибки при ранжировании последствий, поскольку формальная оценка безопасности не даёт конкретных указаний, какие последствия следует относить к незначительным, значительным, серьёзным и катастрофическим, и наибольшую неопределенность вносит экспертная частота аварийных случаев.

Сложность оценки для транспортных операций при обустройстве морских нефтегазовых месторождений заключается в том, что статистические данные по авариям и их сценариям отрывочны и неполны. Кроме того, с одной стороны, недостаточная информативность данных связана с небольшим количеством оборудования, для которого опубликованы данные об интенсивности отказов, отсутствием разделения по типам, производителям и т.д. С другой стороны, даже имеющиеся данные представлены без доверительных интервалов, что не позволяет их использовать для оценок неопределенностей полученных результатов надёжности и риска.

Количественными мерами неопределенности входных данных могут являться: дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации. Наиболее широко применяется метод Монте-Карло, а также его модификации. Метод Монте-Карло состоит в моделировании случайной выборки размера K для n входных данных $X_1 = \{x_{11}, x_{21}, \dots, x_{n1}\}$, $X_2 = \{x_{12}, x_{22}, \dots, x_{n2}\}$, ..., $X_k = \{x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{nk}\}$ и получение выборки того же размера K выходных данных $Y(X_1)$, $Y(X_2)$, ..., $Y(X_k)$ для каждого набора входных данных. С помощью этой выходной выборки строятся оценки количественных мер неопределенности.

Достоинством формальной оценки безопасности является возможность оценки риска с привлечением экспертных оценок риска, которые носят в значительной степени субъективный характер, опираясь на интуицию или формальные рассуждения. Завися в значительной степени от уровня квалификации экспертов, в конечном итоге, их оценки существенно влияют на интервал, в котором в действительности находится истинное значение величины. Подобный интервал в современной методологии принято характеризовать величиной неопределенности.

Целесообразно ещё раз подчеркнуть различие между неопределенностью и погрешностью, принятое в настоящее время в международной практике, поскольку ещё достаточно часто ошибочно используется термин “погрешность” в связи с оценками риска. Различие в определении предопределенной неточности значений количественных результатов определяется областью использования терминов: неопределенность – в области оценивания и принятия решений; погрешность – в области измерений.

В межгосударственном нормативном документе по метрологии [3] чётко обозначены два особых вида измерительной задачи, в которых может использоваться понятие погрешности. Во всех остальных случаях рассеивания экспериментальных данных следует характеризовать неопределенностью.

Новый международный стандарт ISO 31000:2009 Risk management – Principles and guidelines дал новое определение риска, связав его напрямую с неопределенностью: “риск – влияние неопределенности на цели”, понимая под влиянием отклонение от того, что ожидается (положительное и/или отрицательное). Идеей определения является то, что целью не ставится управление неопределенностью – невозможно, например, управлять природными рисками, но можно управлять влиянием неопределенности на цели, т.е. увеличивать позитивный эффект от неопределенности и контролировать их негативное воздействие. При этом ключевым словом является “цель”. В прежнем определении риска, как сочетания вероятности события и его последствий, цели не принимались во внимание вообще. Теперь, учитывая новый подход, в основе концепции управления рисками лежит понимание, что существует два направления деятельности: достижение цели и встреча на этом пути с неопределенностями, которые также требуют выполнения определенных действий. Таким образом, определив целью безопасную доставку объекта к месту монтажа в море, должны учитываться отклонения, связанные с недостаточностью информации относительно каких либо событий, их последствий и возможностей, например, резкого ухудшения погодных условий.

Достоверность погодных прогнозов в настоящее время является основным фактором риска для транспортных операций [4]. В предлагаемых прогнозах погоды присутствуют значительные неопределённости, а потребность в надёжном прогнозе погоды для транспортных операций в связи с возрастанием их сложности возрастает. Транспортирование и грузовые операции при строительстве морских объектов требуют прогнозирования продолжительных периодов относительно невысоких волн и низких скоростей ветра соответственно. При транспортировании объектов методом буксировки особую важность приобретает не превышение допустимой высоты волны.

Величина неопределённости в оценках риска транспортных операций может достигать целого порядка. Однако точное определение численного значения неопределённости не является самоцелью, поскольку конечной задачей является установление допустимости остаточного риска для идентифицированных опасностей с высоким уровнем риска после принятых решений по снижению риска на основе известного принципа “As Low As Reasonably Possible” (ALARP). Величина неопределённости при этом позволяет определиться с достаточностью принятых решений по снижению риска, чтобы достигнуть “разумно допустимого уровня риска” с учётом имеемой неопределённости.

В своём выступлении, озаглавленном “ISO 31000. A New Way for Addressing Uncertainty in Industrial Safety” на IX Международном Форуме по промышленной безопасности д.т.н. Gilles Motet, являющийся одним из разработчиков международного стандарта ISO 31000, сказал: “Мы сделали переход от детерминистического понимания безопасности к вероятностному, теперь же мы движемся к неопределённости. Мы перешли от физического подхода к абстрактному, а сейчас переходим к концепции человеческой динамики”.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Понимание неопределённости в оценках риска приобретает всё возрастающую роль в связи с разработкой новой концепции безопасности на основе “человеческой динамики”. Установление величины неопределённости играет важную роль для определения достаточности принятых решений по снижению риска.

Перспективами дальнейших исследований будет разработка инженерных прикладных методик для расчётов неопределённостей и установления ориентировочных критериев их приемлемости.

Библиографический список использованной литературы

1. CPR-18E. Guidelines for quantitative for quantitative risk assessment (Purple book). — 3-rd ed. — Hague: VROM, 2005. — С. 426.
2. Емельянов М.Д. Применение условных рисков для оценки безопасности морских судов / М.Д. Емельянов. // Транспорт Российской Федерации. — 2009. — № 3–4. — С. 40–45.
3. РМГ 91-2009. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Совместное использование понятий “погрешность измерения” и “неопределённость измерения”. Общие принципы. — М.: Стандартиформ, 2009. — 12 с.
4. Ove T. Gudmestad and Per Erlik Bjerke. Unsainties in Weather Forecasting, Risk to Offshore Operations / T. Ove // Proceeding of the Ninth International Offshore and Polar Engineering Conference, Brest, France, May 30-June 4, 1999. — 1999. — С. 375–380.

Поступила в редакцию 16.12.2013 г.

Каплін Е.І. Невизначеність в оцінках безпеки транспортних операцій при облаштуванні морських нафтогазових родовищ

Виконаний аналіз сучасного розуміння невизначеності в оцінках безпеки і роль невизначеності в моделюванні ризику транспортних операцій при облаштуванні морських нафтогазових родовищ.

Ключові слова: облаштування морських нафтогазових родовищ, морські транспортні операції, кількісна оцінка ризику, невизначеність.

Kaplin E.I. The Uncertainty in Safety Assessment of Transport Operations under oil and gas marine field facilities construction

The current understanding of uncertainty in safety assessment and uncertainty role in transport operation risk modeling under oil and gas marine field facilities construction are submitted.

Keywords: oil and gas marine field facilities construction, marine transport operations, quantitative risk assessment, uncertainty.