

УДК 371.2
МРНТИ 06

DOI: <https://doi.org/10.37788/2021-4/46-52>

Х.Б. Гулиева

Национальное Аэрокосмическое Агентство, Азербайджан
(e-mail: bakhtiyar48@mail.ru)

Некоторые аспекты обоснования уровней приемлемого риска в нефтеперерабатывающих предприятиях

Аннотация

Основная проблема: В настоящее время проблемы экологической безопасности стоят перед обществом. Промышленность развивается с каждым годом. В данном критическом экономическом положении нефтяная промышленность является стимулятором для сектора экономики в Азербайджане. Уровень развития данной отрасли промышленности актуально ещё и вследствие других причин: социологических, технологических и особенностей экономики Азербайджана. Производственная деятельность по обработке нефти, концентрируя в себе вредные вещества и энергию, является источником техногенной опасности и загрязнения природной среды.

Цель: Процесс управления риском в основном состоит из трёх этапов – анализ безопасности риска, оценка риска, который осуществляется в сравнении расчётных и фактических уровней риска, так называемыми приемлемыми уровнями риска, а также посредством принятия соответствующих нормативных актов и управленческих решений. Одним из факторов, которые следует учитывать при оценке риска и безопасности является определение необходимых затрат. Поскольку эти расходы оплачиваются непосредственно предприятию, они стараются максимально их минимизировать, что снижает точность оценки рисков. Одна из целей исследования является определение оптимального значения необходимых затрат. Установлено, что чем менее надёжен метод, тем меньше затраты на его осуществление.

Методы: Методологической основой работы послужили научные труды по указанным проблемам учёных-экономистов, математиков, обеспечивающих безопасность и оценку риска на промышленных предприятиях. При разработке представленной методики были использованы расчётные алгоритмы фирмы «Dow Chemical». Указанной фирмой собран большой материал по статистике аварий с учётом ущерба. На основе полученных и экспериментально проверенных данных разработана система индексов, оценка различных показателей для качественной и количественной оценки риска нефтеперерабатывающих предприятий.

Результаты и их значимость: Анализ техногенной опасности нефтеперерабатывающих предприятий позволяет определить эколого-экономические потери и выбирать рациональные возможности приемлемого риска. Требуемые затраты в зависимости от уровня риска определяются исходя из повышения точности расчёта вероятности возникновения причины рисков. В статье рассматривается взаимосвязь между ожидаемым уровнем риска и экономическими потерями при переработке нефти в отдельных технологических блоках, которые позволяют определить требуемый уровень риска и ожидаемый экономический ущерб.

Ключевые слова: нефтепереработка, уровень риска, вероятность аварий, экономические потери, риск аварий, оценка опасности категория опасностей.

Введение

Проблемы переработки нефти и нефтесодержащих продуктов подразделяются на экологические, экономические и технические. Указанные проблемы включают широкий круг вопросов вплоть до надёжности и защиты технологических блоков нефтепереработки. Любая аварийная ситуация в технологических блоках представляет собой серьёзную угрозу рабочему персоналу, промышленным объектам и окружающей среде. Для предупреждения перечисленных последствий существует большое число методов [1].

Все методы в основном базируются на прогнозных расчётах. К ним относятся долговременные, среднесрочные и оперативные. Указанные системы можно распознавать только с применением экономических механизмов управления. Сущность этого механизма состоит в распознавании, выявлении и разрешении проблемных ситуаций, которая связана с обеспечением безопасности риска [2].

Недостатками этих методов является то, что при разработке метода основное внимание уделяется не на определение вероятности возникновения аварий и рисков в конкретном блоке технологической линии, а анализу производства на основе статистических данных в целом. Такой подход не позволяет оценить роль отдельных блоков технологических линий возникновения аварий.

Несмотря на то, что в последние годы увеличился объём потребления возобновляемых источников энергии, нефть остаётся основным потребляемым видом энергии. Примерное соотношение

мирового потребления нефти составляет более 40 % (ср.: газ – 16 %, уголь – 8-9 %, электроэнергия 16 % возобновляемые 5-6 %). По этой причине для сектора экономики нефтяная промышленность имеет приоритетное значение. Нефтяная промышленность обладает значительным экспортным потенциалом на мировом рынке. Азербайджан уже более 30 лет работает на мировом рынке нефти и газа. Одним из основных направлений нефтяной промышленности, создающим экологические проблемы, является нефтепереработка, которая концентрирует запасы энергии и вредных веществ в виде нефтяных углеводородов. Поэтому предлагается решение для анализа, направленное на разработку экономически обоснованных методов, которые обеспечивают экологическую безопасность в технологии нефтепереработки и являются актуальными.

Известно, что в Азербайджане анализ безопасности в данной отрасли нефтяной промышленности сводился к предельно допустимым выбросам. В худшем случае полагается штраф, размеры которого не существенны для доходной части нефтеперерабатывающего предприятия. Поэтому указанный подход неэффективен, так как не даёт возможность определить причину аварий и прогнозировать аварийные риски на предприятиях.

Анализируя данную проблему с экономической позиции, необходимо учесть, что на устранение техногенных опасностей необходимо расходовать определённые финансовые ресурсы. Из-за ограниченности ресурсов невозможно провести необходимую своевременную техническую проверку [3]. В связи с этим значение имеет оптимальное распределение ограниченных финансовых ресурсов на снижение прогнозируемых рисков [4, 5].

Материалы и методы

Состояние безопасности, соответствующее состоянию общества, его экономическим и техническим возможностям, имеет вероятностную природу и определяется случайными явлениями. В основном оно характеризуется: значением вероятности возникновения различных видов аварий, непредвиденных опасных природных явлений и экономического ущерба при этих событиях; уровнем негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Перечисленные случайные характеристики в соответствии с современными представлениями создают риск определённых событий: риск аварии техногенного характера и опасных природных явлений; риск, связанный со здоровьем человека и опасными изменениями в окружающей среде.

Для определения риска применяются основные числовые характеристики величины ущерба от опасных происшествий и аварий применительно к нефтеперерабатывающим объектам, математическое ожидание и дисперсия:

$$\mu = \sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i \quad (1)$$

$$D = \sum_{i=1}^n P_i (X_i - \mu)^2 \quad (2)$$

где, μ - показатель уровня риска, которая выражена через математическое ожидание ущерба;

P_i - вероятность возникновения опасности опасного явления i -го вида;

X_i - значение ущерба при i -ом явлении;

D - дисперсия значение ущерба от ожидаемых вероятностей опасных событий

Величина ущерба рассчитывается по известной методике [1, 2].

В Азербайджане, как и в большинстве стран мира, в настоящее время принята концепция нулевого риска. Известно, что в бывшем СССР также действовала концепция нулевого риска. Сегодня это неприемлемо в соответствии с законом техносферы [2, 3].

Определение соответствующих уровней техногенной и экологической безопасности и рисков представляет сложную задачу, решение которой требует проведения основательного научного анализа различных факторов, основными из которых являются технологические, экономические и социальные факторы. Уровень риска нефтеперерабатывающих объектов зависит от эффективности проектных решений. С другой стороны, методы эффективности решения связаны с учётом затрат на повышение надёжности технологических систем и временного фактора.

Если при оценке риска в качестве ущерба принята гибель людей, тогда величину риска называют индивидуальным риском.

Коллективный риск применяется для оценки риска персонала опасных объектов. Согласно источникам [6, 7], естественная граница риска для человека входит в диапазон между 10^{-2} – 10^{-6} , которой соответствует вероятность заболевания на душу населения и является нижним уровнем техногенной опасности.

С целью установления степени опасности объектов нефтепереработки, при оценке риска учитывают первичное определение степени опасности объектов, которые основаны на анализе возможных видов ущерба и выделения приоритетных условий для проведения последующего анализа объектов. Для учёта основных показателей возможных ущербов (экономических и экологических) учитываются две категории опасностей:

- опасности в процессе нормального функционирования объектов;
- опасности аварийного характера.

Итоговая оценка риска включает несколько этапов от выявления и уточнения вида возможных опасностей и расчётами уровней риска. Схема оценки приведена на рисунке 1.

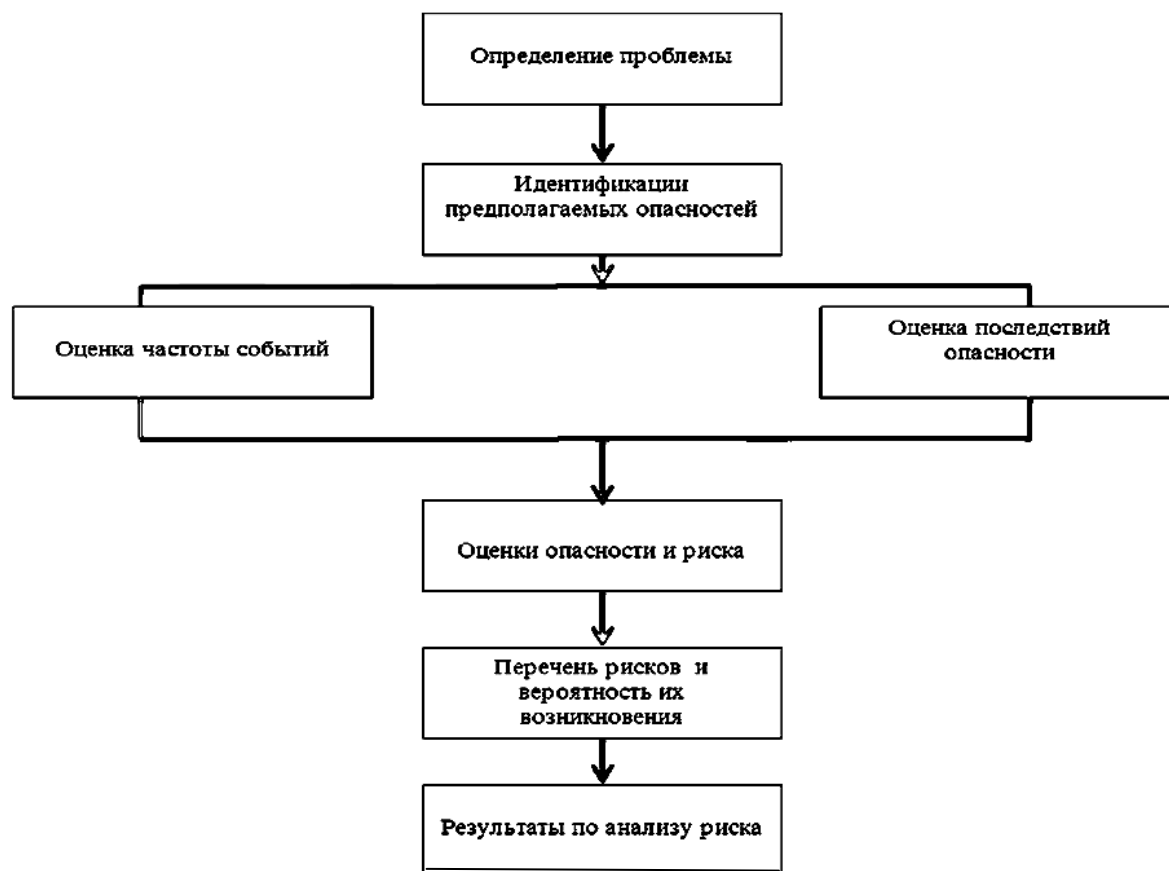


Рисунок 1 – Схема оценки риска

Целью анализа является уточнение последовательности отдельных событий ведущих к возникновению и развитию аварий. Методы проводимого анализа могут быть различными в зависимости от целей оценки риска. При проведении анализа используются определённые базы данных по отказам различных блоков технологического процесса. При переработке нефти основными блоками, которые являются источниками риска аварий, являются термический крекинг, коксование, пиролиз, каталитический крекинг и каталитический риформинг.

Данные об отказах используемого оборудования приводятся в форме интенсивности отказов для отдельных вышеуказанных блоков. Анализируемые нами технологические блоки функционируют в различных режимах, основные параметры которых являются температура и давление. Температуры в различных блоках меняются от 450°C до 900°C , давление составляет от 60 до 70 атмосфер. С учётом статистических данных отказов за определённый период рассчитывались вероятности риска аварий и вклад отдельных блоков в формирование опасности (рисунок 2).

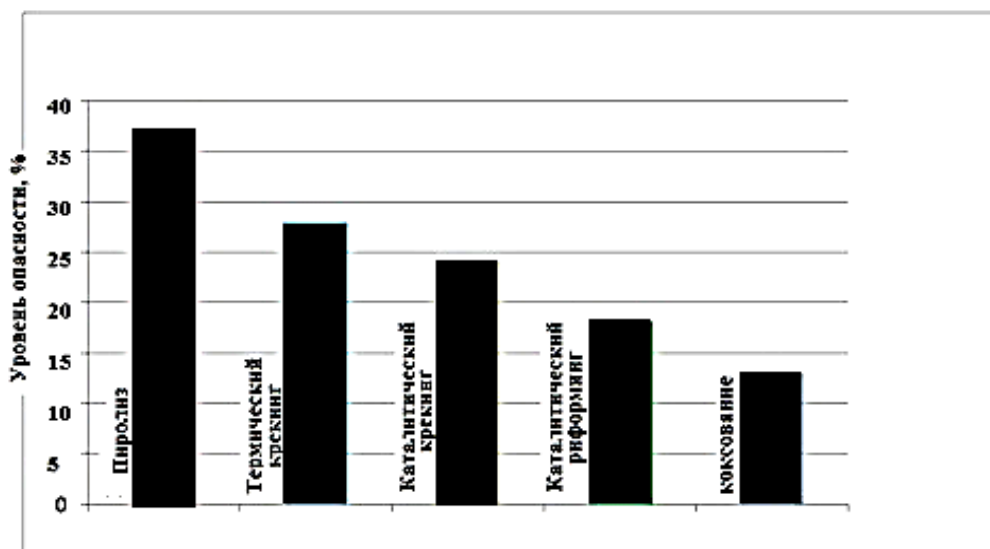


Рисунок 2 – Потенциальные опасные технологические блоки нефтепереработки и их вклад в формирование опасности аварий

Установлено, что вклад отдельных технологических блоков формирования опасностей определяются следующими критериями:

- силовой потенциал блока;
- количество и состав опасного вещества в блоке;
- стоимость оборудования блока;
- температура и давление в процессе;
- информация о месте имевших аварий.

На рисунке 3 приведён вклад отдельных технологических блоков на величины материального ущерба ежегодных рисков при возникновении опасных аварий различного масштаба.

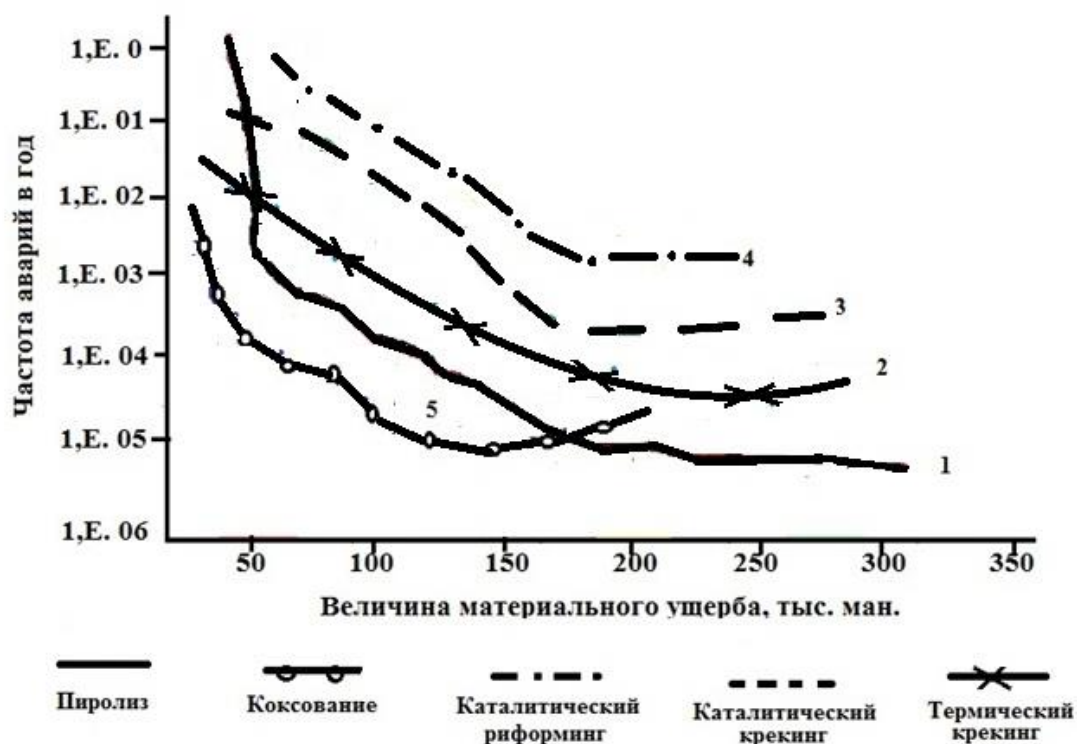


Рисунок 3 – Вклад отдельных блоков на величину материального ущерба при аварии различного масштаба

Анализ материалов многолетних данных показывает, что важную роль в предотвращении опасных аварий и снижении уровня риска в отраслях нефтепереработки имеют меры безопасности на этапах планирования и строительства и эксплуатации объектов. На указанных этапах предусматривается проведение исследований по безопасности объектов с применением указанных методов.

Результаты

Предлагаемая методика позволяет правильно оценить возможный экономический ущерб при возникновении аварии на нефтеперерабатывающем предприятии. Все расчёты исходят из количественных данных, которые используются при анализе риска. Предложенная методика включает количественную оценку риска аварий.

Данная методика оценки является инструментом, который позволяет определить проблему технологического процесса переработки нефти, а также оценить ущерб от технического состояния отдельных блоков в технологическом процессе.

Обсуждение

Основная сущность управления риском опасных воздействий состоит в распознавании, выявлении и разрешении возникающих проблемных ситуаций.

В процессе управления рисками в сфере нефтепереработки выделяется в основном три стадии:

- 1) анализ риска, учитывающий идентификацию источников опасности оценку возможности ущерба и уровня риска;
- 2) оценка риска через сравнение расчётных и фактических уровней риска;
- 3) принятие нормативных актов по мерам, обеспечивающим снижение техногенной опасности.

С целью оценки вероятности опасных событий в процессе нефтепереработки используют базу данных ранее известных опасных событий на конкретных предприятиях. Полученные на этой базе вероятности событий результаты предложено экстраполировать на будущий период производств.

Заключение

При расчёте оптимальных затрат следует учитывать и экономические показатели предприятия. Средства, необходимые для оценки рисков, не следует искусственно сокращать: необходимо учитывать реальные вероятностные факторы, которые непосредственно влияют на повышение уровня рисков.

Предложенный анализ уровня риска техногенной опасности производственных объектов на нефтеперерабатывающем предприятии позволяет оценить эколого-экономические потери и выбрать эффективные пути уменьшения масштабов возможных аварий.

Изложенные принципы по определению вероятности возникновения опасных ситуаций создаёт условия для рационального управления природоохранной деятельности нефтепереработки, нефтеперерабатывающих предприятий и позволяет уменьшить экологические издержки путём повышения надёжных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Гражданкин А.И. Основные показатели риска в терминах теории вероятностей /А.И. Гражданкин, Д.В. Дегтярёв // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 7. – С. 35-39.
- 2 Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука. 1969. – 57 с.
- 3 Галеев А.Д. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учеб. пос. / А.Д. Галеев, С.И. Поникаров. – Казань: Из-во. КНИТУ, 2017. – 315 с.
- 4 Kazımlı X. İqtisadi risklərin qiymətləndirilməsi və idarə edilməsi. Dərs vəsaiti/ X.Kazımlı, İ.Quliyev. Bakı 2011. – 186 s.
- 5 Егоров А.Ф. Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. – М.: Колос, 2010. – 526 с.
- 6 Лисанов М.В. О техническом регулировании и критериях приемлемого риска /М.В. Лисанов // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 5. – С.11-14.
- 7 Энергетика, Экология, Экономика: материалы VII Бакинского Международного конгресса (15-17 сентября 2013 года) – Баку: Изд-во MEA, 2013.

REFERENCES

- 1 Grazhdankin, A.I., Degtyarov, D.V. (2002). Osnovniye pokazateli riska v terminakh teorii veroyatnostey [Basic risk indicators in terms of probability theory]. Bezopasnost truda v promyshlenosti - Occupational safety in industry, 7, 35-39 [in Russian].
- 2 Venttsel,E.S. (1969). Teoriya veroyatnostey. [Theoria of probabilities]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 3 Galeev, A.D. Ponikarpov, S.I. (2017). Analiz riska avariı na opasnykh poizvodstvennykh obyektakh. [Analysis of the risk of accidents at hazardous production facilities]. Kazan: KNITS [in Russian].
- 4 Kazymly, H. Guliyev, I. (2011). İqtisadi risklerin qiymetlendirilmesi ve idare edilmesi. [Assesment and management of economic risks]. Baku: Izd. Elm [in Azerbaijan].
- 5 Yegorov, A.F. (2010). Analiz riska, otsenka posledstviy avariı i upravleniye bezopasnost'yu khimicheskikh, neftepererabatyvayushchikh i neftekhimicheskikh proizvodstv [Risk analysis, assessment of the consequences of

accidents and safety management of chemical, oil refining and petrochemical industries] Moscow: Kolos [in Russian].

6 Lisanov, M.V. (2004). O tekhnicheskoy regulirovaniy i kriteriyakh priyemlemogo riska. [On technical regulation and criteria of acceptable risk]. Bezopasnost truda v promyshlennosti - Occupational safety in industry, 5, 11-14 [in Russian].

7 Proceedings from Energy, Ecology, Economy: VII Bakinskiy mezhdunarodnyy kongress (15-17 sentyabrya 2013 hoda) – The Seventh Baku International Congress. Baku: MEA [in Russia].

Х.Б. Гулиева

Әзірбайжан Ұлттық Аэроғарыш Агенттігі, Әзірбайжан

Мұнай өңдеу кәсіпорындарында оңтайлы тәуекел деңгейлерін негіздеудің кейбір аспектілері

Қазіргі уақытта экологиялық қауіпсіздік мәселелері қоғам алдында тұр. Өнеркәсіп жыл сайын дамып келеді. Осы сыни экономикалық жағдайда мұнай өнеркәсібі Әзірбайжандағы экономика секторы үшін стимулятор болып табылады. Өнеркәсіптің осы саласының даму деңгейі басқа себептерге байланысты да өзекті: Әзірбайжан экономикасының әлеуметтанулық, технологиялық және ерекшеліктері. Зиянды заттар мен энергияны өзіне шоғырландыра отырып, мұнай өңдеу жөніндегі өндірістік қызмет техногендік қауіптілік пен табиғи ортаның ластану көзі болып табылады.

Тәуекелдерді басқару үрдісі негізінен үш кезеңнен тұрады - тәуекел қауіпсіздігін талдау, тәуекелдерді бағалау, ол тәуекелдің есептік және нақты деңгейлерін, қолайлы тәуекел деңгейлері деп аталатын және тиісті нормативтік актілер мен басқару шешімдерін қабылдау арқылы салыстырылады. Тәуекел мен қауіпсіздікті бағалау кезінде ескерілетін факторлардың бірі - қажетті шығындарды анықтау. Бұл шығындар тікелей төленетіндіктен, кәсіпорын оларды барынша азайтуға тырысады, бұл тәуекелдерді бағалаудың дәлдігін төмендетеді. Зерттеу мақсаттарының бірі - қажетті шығындардың оңтайлы мәнін анықтау. Әдіс неғұрлым сенімді болса, оны жүзеге асыру құны соғұрлым аз болады.

Жұмыстың әдіснамалық негізі өнеркәсіптік кәсіпорындарда қауіпсіздікті қамтамасыз ету және қауіпті бағалау бойынша ғалым-экономистердің, математиктердің аталған мәселелер бойынша ғылыми еңбектер болды. Ұсынылған техниканы әзірлеу кезінде «Dow Chemical» фирмасы әзірлеген есептеу алгоритмдері қолданылды. Бұл компания шығындарды ескере отырып, апаттар статистикасы бойынша үлкен көлемде материал жинады. Алынған және эксперименттік тексерілген мәліметтер негізінде мұнай өңдеу кәсіпорындарының тәуекелін сапалы және сандық бағалау үшін индекстер жүйесі, әртүрлі көрсеткіштерді бағалау жасалды.

Мұнай өңдеу кәсіпорындарының техногендік қауіптілігін талдау экологиялық және экономикалық шығындарды анықтауға және қолайлы қауіптің ұтымды мүмкіндіктерін таңдауға мүмкіндік береді. Тәуекел деңгейіне байланысты талап етілетін шығындар тәуекел себептерінің туындау ықтималдығын есептеу дәлдігін арттыру негізінде айқындалады. Мақалада тәуекелдің күтілетін деңгейі мен күтілетін экономикалық залалды анықтауға мүмкіндік беретін жеке технологиялық блоктарда мұнай өңдеу кезіндегі экономикалық шығындар арасындағы байланыс қарастырылады.

Түйін сөздер: мұнай өңдеу, тәуекел деңгейі, апат ықтималдығы, экономикалық шығындар, апат қауіпі, қауіпті бағалау қауіп санаты.

Kh.B. Gulieva

National Aerospace Agency of Azerbaijan, Azerbaijan

Some aspects of justification of acceptable risk levels in oil refineries

Currently, the problems of environmental safety are facing society. The industry develops every year. In this critical economic situation, the oil industry is a stimulant for the economic sector in Azerbaijan. The level of development of this industry is also relevant due to other reasons: sociological, technological and features of the economy of Azerbaijan. The production activity of oil processing, concentrating harmful substances and energy, is a source of man-made danger and pollution of the natural environment.

The risk management process mainly consists of three stages - risk safety analysis, risk assessment, which is carried out in comparison of calculated and actual risk levels, the so-called acceptable risk levels and the adoption of appropriate regulations and management decisions. One of the factors that should be taken into account when assessing risk and safety is to determine the necessary costs. Since these costs are paid directly to the company, they try to minimize them as much as possible, which reduce the accuracy of risk assessment. One of the objectives of the study is to determine the optimal value of the necessary costs. It is established that the less reliable the method, the lower is the cost of its implementation.

The methodological basis of the work was scientific works on these problems of scientists-economists, mathematicians on safety and risk assessment at industrial enterprises. When developing the presented methodology, computational algorithms developed by Dow Chemical were used. This company has collected a large volume of material on accident statistics, taking into account damages. Based on the obtained and

experimentally verified data, a system of indices has been developed, an assessment of various indicators for qualitative and quantitative risk assessment of oil refineries.

The analysis of the technogenic danger of oil refineries makes it possible to determine ecological and economic losses and choose rational possibilities of acceptable risk. The required costs, depending on the level of risk, are determined based on an increase in the accuracy of calculating the probability of occurrence of the cause of risks. The article examines the relationship between the expected level of risk and economic losses during oil refining in separate technological units, which allow determining the required level of risk and the expected economic damage.

Keywords: oil refining, risk level, probability of accidents, economic losses, risk of accidents, hazard assessment, hazard category.

Дата поступления рукописи в издательство: 08.12.2021 г.