

УДК 614.83:665

Ю.А. Павлова, В.С. Проскура, А.В. Федосов (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация)

АНАЛИЗ РИСКА И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПРИ АВАРИЯХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Yu.A. Pavlova, A.V. Fedosov, V.S. Proskura (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation)

RISK ANALYSIS AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF ACCIDENTS DAMAGE EVALUATION AT OIL REFINING COMPLEX

Введение

Предприятия нефтепереработки относятся к группе самых высокорисковых. Аварии на данных объектах способны нанести ущерб не только компании, но и превратить регион в зону экономического бедствия.

При анализе риска аварий следует учитывать ряд факторов, связанных со спецификой установок нефтеперерабатывающего предприятия и современных методов анализа риска опасных производственных объектов. Качественный анализ риска развития аварий, и в соответствии с ним реализация мероприятий по недопущению развития аварийных ситуаций, минимизирует экономические потери предприятия и обеспечивает его надежное функционирование.

Цели и задачи

Разработка методических подходов к оценке ущерба при авариях на объектах нефтепереработки на основе статистических данных и вероятностного анализа риска основных типов объектов нефтепереработки.

Методы

Использованы методы анализа риска и оценки экономического ущерба.

Background

The refineries belong to the group of the most high-risk enterprises. Accidents at these sites can damage not only the company, but also turn the region into an economic disaster zone.

When analyzing the risk of accidents, it is necessary to take into account a number of factors related to the specifics of the refinery facilities and modern methods for analyzing the hazardous production facility risks. A qualitative risk analysis of accidents development, and in accordance with it the implementation of measures to prevent the development of emergency situations, minimize the economic losses of the enterprise and ensure its reliable operation.

Aims and Objectives

Development of methodological approaches to damage assessment of accidents at oil refineries on the basis of statistical data and risk probabilistic analysis of the main types of oil processing facilities.

Methods

Methods of risk analysis and economic damage assessment are used.

Результаты

Предложены анализ риска эксплуатации установок нефтепереработки в соответствии со спецификой рассматриваемой отрасли и методика оценки ущерба от аварий на данных предприятиях.

Results

Risk analysis of oil refining facilities operation taking into account the specifics of the industry and a methodology for damage assessing of accidents at these enterprises are proposed.

Ключевые слова: анализ риска, идентификация опасностей, экономический ущерб, нефтеперерабатывающая промышленность, авария, оценка ущерба

Key words: risk analysis, hazard identification, economic damage, oil refining industry, accident, damage evaluation

Ускоренные темпы развития производственной деятельности в современных условиях неразрывно связаны с возрастающим использованием энергонасыщенных технологий и опасных веществ. Вследствие этого возрастает потенциальная угроза для здоровья и жизни людей, окружающей среды, материальной базы производства. В первую очередь это относится к объектам нефтеперерабатывающего комплекса, в котором наблюдаются постоянное совершенствование и интенсификация технологий, связанные с возрастанием давлений и температур, увеличение мощностей установок и аппаратов, на-

личие в них больших запасов взрыво-, пожаро- и токсикопасных веществ [1].

Предприятия нефтепереработки относятся к группе самых высокорисковых. Аварии на данных объектах способны нанести ущерб не только компании, но и превратить регион в зону экономического бедствия.

По статистическим данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [2], был проведен анализ количества аварий (рисунок 1) на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2011-2015 гг.

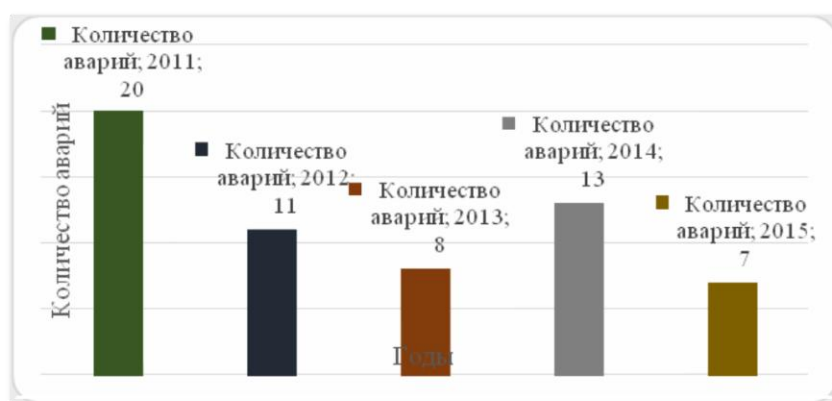


Рисунок 1. Динамика аварийности в нефтеперерабатывающей промышленности за 2011-2015 гг.

Результаты анализа показывают, что ежегодное количество пожаров, взрывов и аварий хотя и имеет тенденцию к снижению, но все равно остается значительным.

При этом показатели последствий от этих опасных событий (материальный ущерб, количество погибших и травмированных людей) возрастают.

Технологическое оборудование и объекты нефтеперерабатывающей промышленности (НПП) относятся к сложным технологическим системам, которые используются для реализации процессов переработки углеводородного сырья в товарные продукты или полуфабрикаты, предназначенные для дальнейшей переработки [3]. Число элементов технологической установки НПП, способных в той или иной мере повлиять на возникновение и развитие аварийной ситуации, в зависимости от сложности установки, может достигать от нескольких сотен до тысяч.

В связи с этим анализ риска подобных технологических систем - задача достаточно сложная, требующая знаний технологии, особенностей элементов системы и их взаимосвязи между собой.

Риск эксплуатации опасных производственных объектов, как правило, связан с утечками взрывопожароопасных или токсических веществ [4]. Причем реальную опасность для внешней среды представляет не предприятие в целом, а отдельные его структурные подразделения (установки, цеха, производства, склады и т.д.). Очевидно, что одни установки предприятия более опасны, чем другие, и для более качественного проведения анализа необходимо разбить объект на подсистемы, чтобы выявить участки, являющиеся источниками опасности, и далее оценить их риск.

Анализ риска должен осуществляться поэтапно и состоять из предварительного анализа, то есть первичного сбора информации, идентификации опасности, анализа частоты реализации опасных событий и анализа последствий [4, 5].

На этом этапе:

- выявляются источники опасности (возможные утечки, пробоины в оборудовании);

- определяются элементы системы, которые могут привести к реализации опасности;
- вводятся некоторые допустимые ограничения на анализ риска системы исходя из реальных условий осуществления производственного процесса;
- определяются предельные значения и параметры для технологических процессов и оборудования (значения одного или нескольких параметров, при которых есть вероятность возникновения взрыва в технологической системе или разгерметизация системы).

Следующий этап представляет собой анализ последствий аварийной ситуации, которая может возникнуть. При его проведении используются известные методы оценки риска, которые должны удовлетворять определенным критериям, основными из которых являются:

- соответствие применяемого метода цели проводимого анализа;
- повторяемость и проверяемость метода;
- научная обоснованность и соответствие рассматриваемой системе.

В общем случае методы анализа риска подразделяются на качественные и количественные [6].

Главная задача качественного подхода состоит в выявлении и идентификации возможных видов рисков исследуемого объекта, а также в определении и описании источников и факторов, влияющих на данный вид риска. Он предполагает описание возможного ущерба, его стоимостной оценки и мер по снижению или предотвращению риска (страхование рисков, создание резервов и т.д.). Основной задачей качественного анализа является численное измерение влияния факторов риска на параметры работоспособности.

Количественный анализ рисков подразумевает численное определение величин отдельных рисков. Он основывается на теории вероятностей, математической статистике, теории исследований операций. Для его осуществления необходимы два условия: наличие проведенного базисного расчета про-

екта и проведение полноценного качественного анализа.

Объекты нефтеперерабатывающего комплекса обладают рядом специфических особенностей, которые требуют особого подхода при анализе риска и использовании известных методов и методик оценки последствий возможных аварийных ситуаций, а также оценки вероятности возникновения и развития аварийной ситуации [7]. Особенности нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) проявляются с большой многогранностью, в отличие от других объектов нефтегазовой отрасли.

Во-первых, это непрерывность технологического процесса в сочетании со сложностью схемы распределения потоков на объекте (ни одно другое производство не обладает таким широким набором комбинаций производственного цикла).

Во-вторых, установки НПЗ обладают высокими взрывопожароопасными свойствами технологических сред, обращающихся в оборудовании, высокой температурой и повышенным давлением при реализации технологических процессов.

Анализ оборудования установок НПЗ позволяет условно поделить их на следующие виды: колонные аппараты, резервуары и емкости; теплообменное оборудование, нагревательные печи, насосно-компрессорное оборудование, технологические трубопроводы.

На основе проведенного анализа особенностей НПЗ и современных методов анализа рисков можно выделить следующие основные этапы анализа риска эксплуатации установок нефтепереработки:

- на первом проводится определение опасностей рассматриваемого объекта, под которым понимается процесс их выявления с учетом особенностей технологии, параметров конструкции применяемого оборудования, физико-химических свойств веществ, используемых на производстве, их количества и определения параметров и критериев, в результате чего составляется перечень сценариев развития нежелательных событий;

- на втором этапе проводится анализ наиболее характерных дефектов и неполадок с учетом количества отказов по каждому виду оборудования;

- на третьем этапе проводится оценка последствий реализации нежелательных событий на той или иной установке.

В ходе реализации первого этапа необходимо определить количество каждого вещества, находящегося в емкостном оборудовании, в которых содержится наибольшее количество опасных веществ. При выявлении количества вещества в каждом виде оборудования необходимо учитывать агрегатное состояние, установить и уточнить параметры производственного процесса, физико-химические свойства веществ.

В результате выявляется наиболее «энергоемкое» оборудование, то есть оборудование, в котором содержится максимальное количество вещества.

По результатам второго этапа анализа риска выявляется наиболее «проблемное» оборудование, способное привести к аварийной ситуации.

На основе перечня наиболее «энергоемкого» и «проблемного» оборудования производится анализ неполадок и отказов оборудования и анализ аварий, ранее произошедших на данном или подобных объектах. Результатом анализа неполадок и аварий является выявление последствий аварийных ситуаций, причин возникновения аварийных ситуаций. На основе этого выявляются причинно-следственные связи отдельных событий, приводящих к аварийной ситуации, и сценарии возможных аварийных ситуаций. Количественные характеристики отказов и неполадок оборудования (вероятность отказа, интенсивность потока отказов, средняя наработка на отказ) определяются по известным математическим зависимостям, принятым в теории надежности, для каждого вида отказа или неполадки.

После проведения первых двух этапов следует оценить возможные последствия аварийной ситуации: параметры возможного пожара и взрыва с определением зон поражения и распространения опасного вещества, а также количество возможных человеческих

жертв. Это можно провести по соответствующим методикам, которые позволяют в короткие сроки определить возможные последствия аварийной ситуации, радиусы разрушений, количество пострадавших. Далее принимается решение о проведении дальнейшего более детального анализа риска. Результатом анализа риска (оценки последствий аварийной ситуации и оценки вероятности возникновения аварийной ситуации) является разработка мероприятий, направленных на повышение надежности оборудования, совершенствование управления технологическим процессом и минимизацию возможности возникновения аварий и инцидентов [8]. Основным упор по управлению риском должен быть на осуществление различных предупредительных организационно-технических мероприятий, а также мер, позволяющих ограничить размеры ущерба при наступлении чрезвычайных ситуаций.

Меры по снижению риска должны включать:

- соблюдение требований безопасности при разработке проектной документации и строительстве объекта;
- использование безопасных материалов и технологий при эксплуатации производственного объекта;
- использование эффективных систем контроля технологических процессов на объекте;
- соблюдение правил эксплуатации;
- специальное обучение и переподготовку персонала производственного объекта и др. [9].

К мероприятиям по ограничению размеров ущерба относятся:

- создание систем оповещения персонала и населения о чрезвычайных ситуациях;
- разработка различных технических средств, ограничивающих действия поражающих факторов (системы пожаротушения, аварийной вентиляции, заградительных устройств и т.д.);
- подготовка средств и мероприятий по защите людей;
- организация оперативного медицинского обеспечения.

Известно, что добиться нулевого риска аварий практически невозможно, в любом случае остается потенциальная угроза их возникновения. В связи с этим важной и актуальной является задача по оценке ущерба при авариях. На сегодняшний день оценку ущерба целесообразно проводить путем прогнозирования и по фактическим данным, которые были получены в результате оценки обстановки [10].

Оценку ущерба можно разделить на три этапа (рисунок 2).

Рассмотрим каждый этап данной оценки подробнее.

Заблаговременная оценка основана на анализе и оценке процессов формирования факторов техногенного воздействия при возникновении аварийной ситуации.

В данном случае учитываются все возможные сценарии развития аварий, которые были получены при оценке риска, описанного выше [11].



Рисунок 2. Основные этапы оценки интегрального ущерба при авариях

Оценка по фактическим данным строится на основе аварий, произошедших на предприятии, а также в аналогичной отрасли.

Особый интерес представляет апостериорная прогнозная оценка, которая дает хорошую основу для принятия достаточно конкретных решений по обеспечению промышленной безопасности на производстве.

При апостериорном прогнозном подходе следует проводить интегральную оценку ущерба, который включает такие составляющие, как: людские потери, ухудшение экологической обстановки, материальные и финансовые потери. Данную оценку начинают с анализа риска и определения возможных последствий, далее оцениваются потери предприятия в результате реализации того или иного сценария. Последствия аварии представляют собой цепь последовательных взаимосвязанных событий. Число звеньев в этой цепи может быть весьма велико. Они разнообразны и имеют экономическую, социальную, экологическую и даже политическую составляющие. Однако в большинстве случаев первостепенной является экономическая составляющая, которая представляет собой совокупный ущерб, понесенный людьми в результате возникновения аварийной ситуации, а также суммарные затраты, не связанные с компенсацией ущерба [12].

Последствия аварии выражаются прямым и косвенным ущербом. Прямым ущербом называют ущерб, возникающий в результате аварии, а также в результате действия вторичных поражающих факторов. К прямому ущербу относятся потери и убытки всех находящихся в сфере интересов человека объектов, которые так или иначе попали в зону действия опасных и вредных факторов опасного явления.

К косвенному ущербу относят убытки и дополнительные затраты, которые понесут объекты, не попавшие в зону действия негативных факторов опасного явления, вызванные нарушениями и изменениями в сложившейся структуре хозяйственных связей, инфраструктуре, а также потери (дополнительные затраты), связанные с необходимостью проведения мероприятий по ликвидации последствий ЧС.

Полный ущерб оценивается на конкретный момент времени и является проме-

жуточным по сравнению с общим ущербом, который определится количественно в отдаленной перспективе. Необходимость рассмотрения распределенных во времени или отдаленных проявлений ущерба особенно важна для аварий, связанных с воздействием на компоненты окружающей среды.

При измерении ущерба нет универсальной шкалы его оценки. В основном используются естественная и субъективная, то есть абсолютная и относительная. Естественные шкалы, как правило, являются количественными [13]. В них применяются обычные значения величин, например стоимость основных фондов предприятия, конкретное количество несчастных случаев, произошедших за тот или иной период. Субъективные шкалы создаются тогда, когда нет конкретных количественных данных для определения ущерба.

При использовании абсолютных шкал все составляющие ущерба могут оцениваться:

- в натуральных единицах;
- в стоимостном выражении.

Для качественного и эффективного сравнения последствий от аварийных ситуаций все составляющие ущерба следует оценивать в одних единицах, в большинстве случаев используется стоимостная. Она должна проводиться специализированными оценочными организациями по согласованным методикам, которые обеспечивают соблюдение законов и экономических интересов причастных к этому процессу физических и юридических лиц.

Базой для методик, используемых оценочными организациями, являются:

- текущие цены на сырье, материалы и оборудование;
- судебная практика;
- опыт страхования имущества, имеющий обширную оценочную базу (хотя и в значительной мере субъективную), объективную и многоплановую статистику.

Сложность расчета ущерба требует учета специфики решаемых задач и рассматриваемого объекта. При его расчете решаются две основные задачи:

- обоснование предпринимаемых мер защиты;

- обоснование размеров возмещаемого ущерба.

Основным фактором оценки экономического ущерба является, безусловно, время, так как то, на сколько можно будет минимизировать финансовые и производственные потери, зависит от того, сколько времени

прошло с момента возникновения аварии. Чем раньше будут приняты меры и потрачены средства на предотвращение аварии и ликвидацию последствий от поражающих факторов, тем меньшим будет ущерб.

Но также следует учитывать и другие факторы (рисунок 3).



Рисунок 3. Факторы, учитываемые при оценке экономического ущерба

Фактор влияния зависит от степени загрязнения, количества, токсичности и опасности вредных веществ. На нефтеперерабатывающих заводах факторами влияния будут считаться, к примеру, количество вещества, выброшенного в атмосферу при разрушении технологического оборудования.

Фактор восприятия обусловлен количеством объектов и реципиентов аварии, то есть количеством объектов, участвующих в аварии (технологическое оборудование, напрямую задействованное в аварийной ситуации, и те установки, которые попадают под действие вторичных поражающих факторов).

К факторам состояния относятся основные показатели, отражающие суммарный экономический ущерб. Например, потери продукции в связи с простоями в результате аварии или снижение объемов производства в связи с выбытием основных средств и работников в результате аварии.

Выводы

Учитывая специфику отрасли, при управлении риском необходимо делать упор на осуществление различных предупредительных организационно-технических мероприятий, а также мер, позволяющих ограничить размеры ущерба при наступлении чрезвычайных ситуаций.

Минимизация ущерба от аварий должна быть приоритетным вопросом для всех опасных производственных объектов. При своевременном принятии мер по локализации и ликвидации последствий ЧС можно уменьшить как величину полного ущерба, так и общий ущерб, который определится количественно в отдаленной перспективе.

Качественная и своевременная оценка экономического ущерба позволяет разработать превентивные меры, что в конечном итоге, несмотря на затраты, позволит сэкономить значительные средства.

Список литературы

1. Радченко Ю.С. Анализ риска эксплуатации нефтеперерабатывающих объектов // Химия, технология органических веществ и биотехнология: Труды БГТУ. 2013. № 4. С. 75-77.
2. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическо-

References

1. Radchenko Yu.S. Analiz riska ekspluatatsii neftepererabatyvayushchikh ob"ektov [Analysis of the Risk of Exploitation of Oil Refining Objects]. *Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya: Trudy BGTU - Chemistry, Technolo-*

му и атомному надзору в 2011-2015 гг. М., 2016. 275 с.

3. Баширова Э.М., Яковлев В.К. Проблема оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса оборудования нефтепереработки // Успехи современного естествознания. 2004. № 4. С. 63-67.

4. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 30-418-01): утв. Госгортехнадзором России 10.07.01. М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2001. 18 с.

5. Павлова Ю.А. Экономические аспекты системы безопасности в проектном анализе // Проблемы и тенденции развития инновационной экономики: международный опыт и российская практика: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. 2016. С. 170-173.

6. Андреев Н.И. Методика анализа производственного травматизма в нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Недра, 1964. 53 с.

7. Бурков, В.Н. Эффективность экономических механизмов управления риском // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1994. № 1. С. 17.

8. Капустин, В.М. Современное состояние российского оборудования для нефтепереработки и нефтехимии // Химическая техника. 2010. № 5. С. 10-12.

9. Федосов А.В., Проскура В.С. Применение информационных систем для повышения эффективности проведения производственного контроля // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2016. Вып. 4 (106). С. 234-240.

10. Федосов А.В., Маннанова Г.Р., Шипилова Ю.А. Анализ опасностей, оценка риска аварий на опасных производственных объектах и рекомендации по выбору методов анализа риска // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2016. № 3. С. 322-336. URL: http://ogbus.ru/issues/3_2016/ogbus_3_2016_p322-336_FedosovAV_ru.pdf.

11. Гуревич Е.Р. Оценка экономического ущерба от производственного травматизма // Полезные ископаемые России и их освоение: тез. докл. науч. конф. студентов и молодых ученых. СПб.: СПбГГИ, 1996.

12. Язов Ю.К., Григорьева Т.В. Модификация меры Фишберна при формировании шкал оценок ущерба // Информатика и безопасность. 2008. № 2. С. 253-256.

13. Павлова Ю.А. Экономические аспекты системы безопасности предприятий нефтяной промышленности // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011. № 3. С. 347-355. URL: http://ogbus.ru/authors/Pavlova/Pavlova_1.pdf.

gy of Organic Substances and Biotechnology: Proceedings of BSTU, 2013, No. 4, pp. 75-77. (in Russ.).

2. *Godovoi otchet o deyatelnosti Federal'noi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru v 2011-2015 gg.* [Annual Report on the Activities of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision in 2011-2015]. Moscow, 2016. 275 p. (in Russ.).

3. Bashirova E.M., Yakovlev V.K. Problema otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya i prognozirovaniya ostatochnogo resursa oborudovaniya neftepererabotki [The Problem of Assessing the Technical Condition and Predicting the Residual Life of Oil Refining Equipment]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya - Advances in Current Natural Sciences*, 2004, No. 4, pp. 63-67. (in Russ.).

4. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov (RD 30-418-01): utv. Gosgortekhnadzorom Rossii 10.07.01* [Methodological Instructions for the Analysis of the Risk of Hazardous Production Facilities (RD 30-418-01): Approved by Gosgortekhnadzor of Russia 10.07.01]. Moscow, NTTs «Promyshlennaya bezopasnost'», 2001. 18 p. (in Russ.).

5. Pavlova Yu.A. Ekonomicheskie aspekty sistemy bezopasnosti v proektnom analize [Economic Aspects of the Security System in Project Analysis]. *Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i tendentsii razvitiya innovatsionnoy ekonomiki: mezhdunarodnyi opyt i rossiiskaya praktika»* [Proceedings of International Scientific and Practical Conference «International and Trends in the Development of the Innovative Economy: International Experience and Russian Practice»]. 2016, pp. 170-173. (in Russ.).

6. Andreev N.I. *Metodika analiza proizvodstvennogo travmatizma v neftepererabatyvayushchei promyshlennosti* [Technique of the Analysis of Industrial Traumatism in the Oil Refining Industry]. Moscow, Nedra Publ., 1964. 53 p. (in Russ.).

7. Burkov, V.N. Effektivnost' ekonomicheskikh mekhanizmov upravleniya riskom [Efficiency of Economic Mechanisms of Risk Management]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychaynykh situatsiyakh - Problems of Safety in Emergency Situations*. Moscow, VINITI, 1994, No. 1, pp. 17. (in Russ.).

8. Kapustin, V.M. Sovremennoe sostoyanie rossiiskogo oborudovaniya dlya neftepererabotki i neftekhimii [The Current State of Russian Equipment for Oil Refining and Petrochemistry]. *Khimicheskaya tekhnika - Chemical Engineering*, 2010, No. 5, pp. 10-12. (in Russ.).

9. Fedosov A.V., Proskura V.S. Primenenie informatsionnykh sistem dlya povysheniya effektivnosti provedeniya proizvodstvennogo kontrolya [Use of Information Systems to Improve the Effectiveness of Production Control]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefli i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, Ufa, 2014, Issue 4 (98), pp. 108-117. (in Russ.).

10. Fedosov A.V., Mannanova G.R., Shipilova Yu.A. Analiz opasnosti, otsenka riska avarii na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh i rekomendatsii po vyboru metodov analiza riska [The Analysis of Dangers, Assessment of Risk of Acci-

dents on Hazardous Production Facility and the Recommendation about the Choice of Methods of the Analysis of Risk]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» - Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2016, No. 3, pp. 322-336. URL: http://ogbus.ru/issues/3_2016/ogbus_3_2016_p322-336_FedosovAV_ru.pdf. (in Russ.).

11. Gurevich E.R. Otsenka ekonomicheskogo ushcherba ot proizvodstvennogo travmatizma [Estimation of Economic Damage from Industrial Injuries]. *Tezisy dokladov nauchnoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh «Poleznye iskopaemye Rossii i ikh osvoenie»* [Theses of Scientific Conference of Students and Young Scientists «Minerals of Russia and their development»]. Saint-Petersburg, SPbGGI, 1996. (in Russ.).

12. Yazov Yu.K., Grigor'eva T.V. Modifikatsiya mery Fishberna pri formirovanii shkal otsenok ushcherba [Modification of the Fishburn Measure in the Formation of Assessment Scales of Damage]. *Informatsiya i bezopasnost' - Information and Security*, 2008, No. 2, pp. 253-256. (in Russ.).

13. Pavlova Yu.A. Ekonomicheskie aspekty sistemy bezopasnosti predpriyatii neftyanoi promyshlennosti [Economic Aspects of the Safety System in the Petroleum Enterprises]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» - Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2011, No. 3, pp. 347-355. URL: http://ogbus.ru/authors/Pavlova/Pavlova_1.pdf. (in Russ.).

Авторы

• Павлова Юлия Алиевна, канд. экон. наук
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Старший преподаватель кафедры «Экономика и
управление на предприятии нефтяной и газовой
промышленности»,
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: yulinmail@mail.ru

• Проскура Виктория Сергеевна
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Студент кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: Victoria.proskura@yandex.ru

• Федосов Артем Васильевич, канд. техн. наук
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Доцент кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 242-08-36
e-mail: fedsv-artem@rambler.ru

The Authors

• Pavlova Yuliya A., Candidate of Economic Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Senior Lecturer of Economics and Management
at the Enterprise of Oil and Gas Industry Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: yulinmail@mail.ru

• Proskura Victoria S.
Ufa State Petroleum Technological University
Student of Industrial Safety and Labor Protection
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: Victoria.proskura@yandex.ru

• Fedosov Artem V., Candidate of Technical
Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Industrial Safety and Labor
Protection Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
tel: (347) 242-08-36
e-mail: fedsv-artem@rambler.ru