

ОТРАСЛЕВАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

А. А. Попова¹,

МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

ПРОБЛЕМЫ СТРАХОВАНИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОМ НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ²

Автор исследует экологическое страхование как инструмент управления мероприятиями по предотвращению и устранению загрязнений окружающей среды нефтепродуктами при транспортировке нефти и разработке нефтяных месторождений. Целью исследования является выработка рекомендаций по страхованию экологических рисков в нефтегазовой отрасли России на основе экономико-математической модели, позволяющей оценить масштабы загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Используемые в данной работе методы системного и сравнительного анализа, экспертных оценок, прогнозирования, моделирования помогли автору выделить ряд особенностей экологического страхования в России; предложить метод решения проблемы нехватки статистических данных по частоте и масштабам аварий и величине экологического ущерба путем математического моделирования, которое позволяет оценить радиус и глубину загрязнения подстилающей поверхности. Полученные результаты помогут страховщикам определить более адекватные размеры страховых премий и тарифов, а также усовершенствовать процедуру андеррайтинга в отношении уникальных нефтегазовых проектов. Но для того, чтобы полученные наработки нашли свое применение, необходимо законодательство, обязывающее нефтяные компании компенсировать экологический ущерб, а в силу масштабности таких ущербов нефтяные компании будут обязаны страховать соответствующие риски.

Ключевые слова: экологическое страхование, экологический ущерб, экономико-математическое моделирование, нефтегазовый сектор.

Цитировать статью: Попова А. А. Проблемы страхования ответственности за загрязнение окружающей среды в российском нефтегазовом секторе // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2019. — № 4. — С. 160–175.

¹ Попова Анна Андреевна, аспирант экономического факультета; e-mail: anna-andreevna@hotmail.com

² Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта 18-010-00974 А «Разработка модели управления ресурсным потенциалом территорий».

Popova A. A.,
Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

ISSUES OF ENVIRONMENTAL IMPAIRMENT LIABILITY INSURANCE IN THE RUSSIAN OIL AND GAS INDUSTRY

The author studies environmental insurance in nature management as a lever of management measures to prevent and eliminate environmental pollution by oil products during their transportation and oil fields development. The research aims to develop recommendations for environmental risks insurance in Russian oil and gas industry on the basis of economic and mathematical model that allows to estimate the scale of environmental pollution by oil products. Such methods as system and comparative analysis, expert assessments, forecasting, modeling used in this work helped the author to identify Russian environmental insurance features; to propose a method for solving the problem concerning the lack of statistical data on the frequency and scale of accidents and the environmental damage magnitude by mathematical modeling of the accident, which allows to estimate the radius and depth of the underlying surface pollution. These developments will help insurers to make more adequate insurance premiums and tariffs, as well as to improve the underwriting procedure for unique oil and gas projects. But in order for the obtained achievements to find their application, it is necessary to have legislation obliging oil companies to compensate for environmental damage, and due to the scale of such damage, oil companies will be obliged to insure the relevant risks.

Key words: environmental insurance, ecological damage, economic-and-mathematical modeling, oil-and-gas sector.

To cite this document: *Popova A. A.* (2019). Issues of Environmental Impairment Liability Insurance in the Russian Oil and Gas Industry. *Moscow University Economics Bulletin*, (4), 160–175.

Введение

Природоохранные меры, связанные с предупреждением и ликвидацией загрязнений, вызванных опасными производствами, выбросами ядовитых веществ, разливами нефти, характеризуются большими финансовыми затратами. Зачастую предприятия не могут самостоятельно компенсировать эти затраты, поэтому в России они ложатся на государство, а значит, на налогоплательщиков, что не соответствует рыночным условиям развития экономики. Сложившийся в нашей стране принцип возмещения экологического ущерба выступает препятствием для успешной реализации национальных программ и инновационных проектов и несет угрозу экономической устойчивости страны. А ведь экологический ущерб от деятельности предприятий промышленного комплекса в России доходит до 6% ВВП [Вебер, 2018].

Необходимость снижения экологической нагрузки на природу и финансовой нагрузки на государство (налогоплательщиков) приводит к по-

ниманию неизбежности развития рынка экологического страхования в России. Необходимость принятия закона об обязательном экологическом страховании многим экспертам в области устойчивого развития и рационального природопользования, представителям власти, а также социально и экологически ответственным руководителям отечественных предприятий промышленного комплекса и гражданам Российской Федерации представляется очевидной. Но тем не менее страхование экологической ответственности в России проводится только на добровольной основе. Есть специалисты, которые считают, что нет необходимости в обязательном способе регулирования страховой деятельности, ведь в условиях рыночной экономики объемы и виды страхового покрытия должны определяться рынком [Панов, 2011]. Главное, чтобы страховая компания эффективно контролировала страхователя в вопросах ответственного отношения к риску и применяла по отношению к недобросовестному страхователю наказания в виде увеличения размера страховой премии (тарифов) или отказа в заключении нового договора. Но, к сожалению, практика показывает, что из-за неразвитой культуры страхования, пассивной гражданской позиции в области защиты окружающей среды (ОС) от загрязнения, невозможности найти виновное лицо, бюрократизации, малого процента судебных решений в сторону выплат за загрязнения природы и небольших компенсационных сумм за нанесенный экологический ущерб природа находится фактически без какой-либо защиты, что в очередной раз подтверждает целесообразность идеи об обязательном экологическом страховании.

Важно также подчеркнуть, что сегодня много говорится о возобновляемых источниках энергии, что связано с мировыми тенденциями в области энергетики. Но в условиях современной российской экономики и ее привязанности к ископаемым источникам топлива вопрос об альтернативной энергетике не оказывается востребованным на данный момент. Тем не менее необходимо задумываться об уменьшении экологической нагрузки на окружающую среду, превентивных методах защиты ОС, а также о ликвидации накопленного и текущего экологического загрязнения. Ключом к решению данного вопроса может стать внедрение такого экономического метода регулирования в сфере охраны окружающей среды как управление экологическими рисками через экологическое страхование [Моткин, 2010; Воронина, 2012]. Конечно, существует несколько экономических рычагов защиты окружающей среды и эффективного природопользования: экологическое страхование, продажа прав на загрязнение (квоты на загрязнение), экологические фонды, плата за пользование природными ресурсами, плата за загрязнение окружающей среды, экономическое стимулирование природоохранной деятельности, рынок природных ресурсов и пр. Но экологическое страхование представляется одним из самых перспективных из перечисленных.

Таким образом, рассматриваемый в данной статье вопрос о путях решения проблем, с которыми сталкивается экострахование в России, на сегодняшний день является актуальным для исследования, а полученные результаты могут быть интересны нефтяным компаниям, страховщикам и государству.

Цель данной работы — внести вклад в выработку рекомендаций для улучшения методики страхования экологических рисков в нефтегазовой отрасли России путем построения экономико-математической модели для оценки масштабов загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Для достижения поставленной цели автору было необходимо решить следующие задачи: изучить опыт экологического страхования в России и за рубежом, выявить проблемы данного типа страхования в нашей стране и наметить возможные пути их решения, сформировать рекомендации для успешного развития российского рынка экологического страхования.

В дальнейшем работа структурирована следующим образом. В первом разделе раскрыты подходы к экологическому страхованию в разных странах. Также проведен анализ ситуации с экологическим страхованием в российской нефтегазовой отрасли, выявлены проблемы, мешающие развитию данного типа страхования в России. В следующем разделе сформулировано предложение по поводу возможного способа решения проблемы нехватки статистических данных развития рынка экологического страхования в России. Там же прилагается математическая модель для расчета радиуса и глубины загрязнения подстилающей поверхности, разработанная автором статьи для расчета масштабов загрязнения окружающей среды нефтепродуктами при транспортировке нефти по трубопроводам или при разработке нефтяных месторождений. Предложена методика использования модели путем построения сценариев аварии при заданных начальных условиях и параметрах. В заключении подводятся итоги исследования.

Особенности экологического страхования объектов нефтегазового сектора

Великий русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев еще в 1863 г. первым предложил использовать трубопроводы для перекачки нефти и нефтепродуктов, а цистерны — для их перевозки, чтобы снизить себестоимость сырья [Авербух, 1984]. Позднее этот способ транспортировки нефти назовут «русским» и будут использовать по всему миру. Задумывался ли Дмитрий Иванович о том, какую экологическую нагрузку на окружающую среду будут оказывать нефте- и газопроводы, а также баржи и танкеры? Очевидно, что в те времена вопрос ее загрязнения не стоял так остро, как сейчас. Тем не менее вопросы охраны окружающей среды ставились еще в XIX в. Взгляд на охрану окружающей среды с течением времени менялся. Сначала это была защита памятников природы от разрушения

человеком. Затем, в XX в., на смену консервативной охране окружающей природной среды приходит концепция рационального природопользования, причем рационализм не столько с экономической точки зрения, сколько с экологической. А уже с середины XX в. упор в защите ОС идет на ее восстановление. Здесь уже объектом охраны выступает не природа, а сам человек, его здоровье и будущее. В постсоветский период в России частыми были случаи загрязнения природной среды и возникновения пожаров из-за прорывов магистральных нефтепроводов вследствие хищения нефти. На сегодняшний день магистральный трубопроводный транспорт в России представляет собой немалую угрозу для третьих лиц. «Благодаря» масштабам разливов и количеству аварий на нефтепроводах российская нефтяная промышленность считается одной из самых грязных в мире. Каждый год в России, лишь по официальным данным, происходят тысячи аварий на нефтепроводах и разливаются десятки тысяч тонн нефти, что оказывает огромную экологическую нагрузку на окружающую среду [Блоков, 2018]. Хотя точная цифра потерь нефти при авариях на нефтепроводах и месторождениях (которая колеблется от порядка 5 тыс. т нефти и нефтепродуктов до 4,5 млн т), а также экономическая оценка экологического ущерба от загрязненных территорий никому не известны, эксперты сходятся во мнении, что эти величины весьма велики [Гринпис России, 2014]. Эта нехватка данных вызвана тем, что Россия не ратифицировала Орхускую конвенцию и, следовательно, компании не обязаны раскрывать свои данные. Поэтому недропользователи могут скрывать реальное количество аварий в отрасли, а также их масштаб, а надзорные органы не успевают выявлять нарушения.

Аварии, как показывает мировая практика, могут произойти на любом этапе: разведке, добыче (Кумжинское газоконденсатное месторождение, 1980 г.), хранении (резервуары на суше, разведочные и добывающие платформы), транспортировке (нефтепровод Возей — Головные сооружения в Усинском районе Республики Коми, 1994 г.; нефтерудовоз в Онежской Губе Белого моря, 2003 г.), переработке углеводородов. Одним из самых опасных объектов с точки зрения риска загрязнения окружающей среды является скважина (ее бурение и эксплуатация), особенно если она располагается недалеко от населенных пунктов, заповедников и других особо охраняемых территорий, вблизи водоемов (в том числе подземных), на шельфе морей (взрыв на нефтяной платформе Deepwater Horizon на месторождении «Макондо» недалеко от побережья штата Луизиана в Мексиканском заливе) [Разлив нефти, 2018]. Особое опасение вызывает разработка нефтегазовых месторождений в условиях Крайнего Севера (в том числе на глубоководном и прибрежном шельфе). Широко известно, что экосистема Севера крайне хрупка и требует бережного обращения, если мы хотим сохранить ее для будущих поколений. Устранение загрязнения в случае аварии и его последствий усложняется особенностями местной природы: вечная мерзлота, долгий период восстановле-

ния растительности (например, мха, которым питаются олени) и почвы, короткий вегетационный период, особенности рельефа территории (изрезанность). Поэтому развитие нефтегазовой отрасли в таких районах, как тайга, тундра, лесотундра, отрицательно сказывается на экологическом состоянии данного региона. Но вместе с тем здесь сосредоточены огромные запасы углеводородного сырья, что делает невозможным отказ от нефтегазовых проектов в этих регионах (большая часть буровых работ происходит именно на севере нашей страны). Именно поэтому со стороны компаний, оперирующих в данном регионе, требуется ответственное отношение к природопользованию.

Нефтегазовая отрасль приносит огромные доходы в бюджет страны, но в то же время это высоко рисковый сектор экономики. Помимо политических, репутационных, валютных, производственно-технологических, рыночных, финансовых, геологических, природных, маркетинговых, инвестиционных рисков [Немченко, 2009] существует технический риск, который, к сожалению, не может быть сведен к нулю [AM Best, 2018]. Поэтому добиться устойчивого развития предприятия без использования страховой защиты невозможно. Ведь страхование экологических рисков позволяет снизить финансовый риск и перевести нежелательные, колоссальные и внеплановые выплаты на устранение ущерба от загрязнения окружающей среды в результате аварийной ситуации в разряд приемлемых плановых взносов.

У страхования рисков в нефтегазовом комплексе существует ряд особенностей, на которые необходимо обратить внимание. Во-первых, это ущерб, который причиняется природе, самому предприятию и третьим лицам. Зачастую этот ущерб колоссален, а средств на его полное устранение у компании нет. Во-вторых, число объектов страхования небольшое, а объемы страхования велики, что не позволяет использовать закон больших чисел. В-третьих, маленькие масштабы страхового рынка, где доминирует несколько крупных страховых и перестраховочных компаний. В-четвертых, если говорить о страховании именно экологических рисков в данной области, то необходимо иметь в виду сложность экономической оценки таких объектов, как флора и фауна, в случае причинения им вреда в ходе хозяйственной деятельности. Например, согласно Отчету Еврокомиссии от 12.10.2010 об эффективности действия Директивы 35/2004/ЕС экономическая оценка состояния пострадавших природных ресурсов и методов восстановления окружающей природной среды была признана самым сложным техническим вопросом, требующим дальнейшего изучения [Программа сотрудничества ЕС—Россия, 2009]. Если рассматривать отдельно страхование экологических рисков в российском нефтегазовом секторе, то здесь добавится еще одна особенность, а точнее фактор, мешающий успешной реализации механизмов экологического страхования. Это отсутствие базы статистических данных о загрязнениях окружающей

природной среды, которая позволила бы страховщикам правильно оценить вероятность, масштаб убытков и выработать адекватные страховые тарифы. Далее, необходимо отметить, что в практике страхования нефтепроводов используют стандартные полисы страхования гражданской ответственности, т.е. нет никаких особых правил страхования ответственности трубопроводного транспорта, несмотря на то что это огромное хозяйство, которое имеет в реалиях нашего времени и нашей страны высокие риски загрязнения окружающей среды и причинения вреда здоровью и жизни людей и животных. Поэтому правильным и логичным решением Росприроднадзора было включение в задачи экологического надзора на 2018 г. настройки КоАП в части соразмерности наказания и уровня риска [Сидоров, 2018]. Ну и наконец, проблема оценки экологического ущерба. В мире не существует единой методики, по которой можно оценить ущерб, нанесенный окружающей природной среде, хотя попытки ее разработки предпринимались неоднократно. Это осложняется тем, что помимо уже указанной выше проблемы адекватной экономической оценки природных объектов существует временной и географической лаг проявления причиненного вреда.

Чтобы читатель смог ознакомиться более детально с имеющейся информацией по экологическому страхованию, автор предлагает краткий обзор базового списка литературы по данному вопросу. Проблема экологического страхования изучается давно. Существует большое разнообразие литературы по промышленному страхованию и страхованию опасных производственных объектов в России. В первую очередь это работы таких авторов, как Г. А. Моткин и А. С. Тулупов, которые стали основой для развития экологического страхования в России. Такие авторы, как А. Л. Бажайкин, А. А. Зернов, А. Н. Зубец, А. Б. Крутик, Т. В. Никитина, Р. Т. Юлдашев, дают базовые понятия экологического страхования, такие как сумма покрытия, страхование ответственности, заявляя в то же время, что экологическое страхование — наиболее сложный вид страхования, так как не существует статистической базы для расчета вероятности страхового случая. Если рассматривать зарубежный опыт, то в США и странах Западной Европы достаточно хорошо развита индустрия экологического страхования, история и особенности которой достаточно глубоко рассмотрены, например Т. Я. Нернисян, А. Гульченко. Об управлении природопользованием (экологическом менеджменте) и экологических рисках говорится в работах R. Perman, Y. Ma, J. McGilvray, M. Common, N. Hanley, J. Shogren, B. White, Н. Пахомовой, А. Эндреса, К. Рихтера, И. Ю. Блам, К. В. Папенова, С. Н. Бобылева, О. В. Кудрявцевой. Актуальность рассматриваемой автором проблемы поднимается в настоящее время в работах В. В. Меньшикова, О. В. Меньшиковой, где предлагается создать законодательную базу для урегулирования ответственности за экологическое загрязнение, но не предлагается методики расчета страховой

премии, оценки суммы покрытия. В этих работах говорится лишь о том, что эта сумма очень большая. Вообще после появления в России первых публикаций по экологическому страхованию оно утвердилось в качестве самостоятельного направления исследований в экономической теории природопользования и охраны окружающей среды, но до сих пор не получило должного развития. Проблемы, с которыми сталкивается данный вид страхования сегодня, оказались сложнее, чем предполагали специалисты в начале его появления.

Возвращаясь к проблемам развития рынка экологического страхования, важно отметить следующее: в России до сих пор нет закона об обязательном экологическом страховании, но обсуждается хотя бы вмененное. Статистика показывает, что добровольное страхование экологических рисков практически не востребовано [Динамика рынка, 2018]. Это во многом объясняется высокими страховыми премиями (тарифами) и нехваткой денежных средств для оплаты страховки. Также многие нефтегазовые предприятия отрицательно относятся к этому виду страхования, в основном из-за непонимания его сути, значимости и возможностей. На их взгляд, это просто еще одни сборы, но ведь они уже платят за загрязнение сверх нормы, например, так называемые платежи за загрязнение. Но, во-первых, эти сборы настолько незначительны [Гринпис России, 2018], что предприятиям легче заплатить штрафы и дополнительные пени (штрафные пени), чем менять очистные сооружения или проводить превентивные меры защиты. Описанная в законодательстве РФ методика расчета штрафа за экологическое загрязнение также вызывает вопросы (штраф ли это за случай или за единицу площади или объема загрязнения). Таким образом, экологическая нагрузка на окружающую среду не уменьшается. Хотя нужно отметить, что с вступлением в силу закона о НДТ (наилучших доступных технологиях) ситуация улучшается. Во-вторых, если произойдет аварийная ситуация, а последствия будут катастрофическими, то, вероятнее всего, у предприятия не будет средств, достаточных для полного устранения причиненного экологического ущерба, а возможно, даже и просто для локализации и прекращения аварийной ситуации. Для таких случаев и необходимо страхование ответственности за загрязнение окружающей среды. С другой стороны, российское государство тоже должно быть заинтересовано в развитии рынка экологического страхования, ведь это повысит финансовую стабильность экономики страны. Таким образом, гарантии прав на возмещение ущерба, финансовая устойчивость предприятия-загрязнителя и экономики страны, экологический аудит на предприятиях для мониторинга уровня экологического риска, превентивные действия для защиты ОС от экологического загрязнения, накопление капитала в страховых резервных фондах и т.п. — лишь небольшая часть тех бонусов, которые государство, недропользователи и народ получают от развития рынка экологического страхования в стране. Но как помочь развитию

в нашей стране рынка в области страхования катастрофических рисков? Здесь необходимо отметить, что страхование ответственности, в частности в нефтегазовой отрасли, — сложный процесс, требующий от страховщика знаний по нескольким отраслям права помимо страхового, а также судебной практики по вопросам возмещения вреда и зачастую правовых систем других стран, например при перестраховании.

Итак, на Западе страхование экологических рисков развито довольно хорошо в силу наличия развитой законодательной базы, сильного мониторинга за деятельностью потенциально опасных для окружающей среды предприятий или выполнения на них превентивных мер, хорошо функционирующей системы судебного преследования и взыскания за экологические правонарушения, а также благодаря ответственному отношению самих граждан к вопросам экологического благополучия региона [Сотникова, Никонова, 2016]. Поэтому у российских страховщиков есть возможность использовать опыт зарубежных коллег по страхованию ответственности за загрязнение окружающей среды (в нефтегазовом секторе), но возникает проблема правильной интерпретации этого опыта в реалиях нашего законодательства. В связи с чем становится очевидно, что вопрос развития рынка экологического страхования в РФ — междисциплинарный и успешность его решения зависит от комплексности подхода. Более того, для эффективной деятельности страховых компаний в области экологического загрязнения недропользователи и государство должны предоставлять полную и достоверную информацию об утечках (по каждому объекту — количество и масштабы аварий), затратах на очистку и устранение последствий загрязнения, изменениях в технологии очистки и т.д. В США, например, для активного подключения страховщиков к экострахованию власти штата оказывали им информационную помощь, предоставляя все необходимые для расчетов данные [Михеев, 2000]. В России на данный момент это невозможно, так как (как отмечалось ранее) статистические данные по этому вопросу скудные, а те, что есть, разнятся в зависимости от источника (недропользователи, Росприроднадзор, Минприроды, экспертные оценки), при этом многие данные не раскрываются самими компаниями нефтегазовой отрасли.

Что же касается деятельности российских страховых компаний в области добровольного экологического страхования, то анализ данных за последние семь лет показал, что в среднем уровень выплат по добровольному страхованию ОПО (опасных производственных объектов) был порядка 11,2% (см. табл. 1). Это означает, что для страховых компаний страхование экологических рисков в данных условиях не является убыточным. Но вместе с тем становится очевидным, что соотношение взносов и выплат не делает экострахование привлекательным для страхователей, ведь уровень выплат в случае наступления страхового случая не соответствует размеру ущерба предприятия-загрязнителя.

Динамика сборов и выплат по добровольному страхованию гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные объекты, Россия

Год	Поступления		Выплаты		Коэффициент выплат, %
	поступления (тыс. руб.)	% от показателя предыдущего года	выплаты (тыс. руб.)	% от показателя предыдущего года	
2017	1 806 157	92,77	176 151	655,57	9,75
2016	1 946 879	100,86	26 870	8,48	1,38
2015	1 930 189	120,37	316 717	206,62	16,41
2014	1 603 524	81,55	153 287	43,69	9,56
2013	1 966 322	112,20	350 839	185,86	17,84
2012	1 752 473	71,83	188 767	78,25	10,77
2011	2 439 891	103,94	241 243	168,24	9,89
2010	2 347 436	0,00	143 392	0,00	6,11

Источник: [Динамика сборов и выплат..., 2018; Статистические показатели и информация об отдельных субъектах страхового дела, 2018].

Для того чтобы все стороны процесса страхования оказались в более выгодном положении, чем есть на сегодняшний день, необходимо предпринять ряд мер, направленных, во-первых, на развитие андеррайтинга, в особенности в отношении уникальных нефтегазовых проектов (в российском законодательстве отсутствуют государственные требования, распространяющиеся на андеррайтинг, нет его юридической дефиниции), во-вторых, на установление адекватной ставки премии (тарифа) и индивидуальный расчет премии с заключением специалиста.

Моделирование последствий разлива нефти и оценка страховых выплат

Старые трубопроводы — одна из основных причин разливов нефти в России. А несовершенное законодательство в этой области позволяет предприятиям добывающей промышленности работать в условиях почти полной безнаказанности [Барбашин, 2005]. Данные последних лет указывают на то, что наибольшую долю в ликвидации последствий техногенных аварий и катастроф составляют средства федерального бюджета. Вклад страховых компаний составляет менее 1% [Меньшиков, Меньшикова, 2012]. При страховании экологических рисков выплата по ним в России происходит в последнюю очередь, и размеры лимитов ответственности также неоправданно малы. Получается, что в нашей стране природа фактически лишена страховой защиты.

В силу того, что сбор статистических данных для оценки вероятности экологического загрязнения затруднен, необходим другой подход

для оценки суммы покрытия и страховой премии. Поэтому актуальной задачей исследования является оценка масштабов загрязнения при разливе нефти с помощью экономико-математического моделирования разлива нефти и просачивания ее в подстилающую поверхность [Muangu, Popova, 2017; Кудрявцева, Попова, 2017; Кудрявцева, Попова, 2018].

Такой подход (моделирование процессов растекания и трансформации нефтяных углеводородов в природной среде) позволяет имитировать весь процесс эволюции нефтяного загрязнения к тому же при различных сценариях аварий. Растекание нефти по поверхности зависит от химических и физических свойств нефти и подстилающей поверхности, от угла наклона поверхности, от температуры воздуха. Учесть растекание и поглощение нефти грунтами можно при помощи уравнения неразрывности и закона фильтрации Дарси:

$$\frac{\partial(\rho m)}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{v}) = \rho Q, \quad \vec{v} = -k \operatorname{grad}(h), \quad (1)$$

где $h = p/\rho g + z$ — глубина проникновения нефти в грунт, ρ — плотность жидкости, m — пористость грунта, Q — интенсивность источников, k — коэффициент фильтрации. Далее, как принято: t — время, \vec{v} — скорость фильтрации, p — давление, g — ускорение свободного падения, z — вертикальная координата. Система (1) замыкается соотношениями, учитывающими сжимаемость среды от давления (уравнения состояния):

$$\rho = \rho_0 [1 + \beta_{ж} (p - p_0)], \quad m = m_0 + \beta_{м} (p - p_0),$$

где ρ_0 и m_0 — плотность и пористость при давлении p_0 . Величины $\beta_{ж}$ и $\beta_{м}$ соответственно называются коэффициентами сжимаемости нефти и грунта. В результате получили закон эволюции радиуса загрязнения до момента устранения течи:

$$r^2 = -H^2 + 4at \cdot \ln \frac{q_0}{\pi \varepsilon 4at},$$

где H — высота источника разлива нефти, t — время, q_0 — средний объем нефти, вытекающей из источника за единицу времени, a и ε — коэффициенты пьезопроводности и скорости поглощения нефти грунтом.

Математическая модель, предложенная автором статьи, позволяет найти радиус загрязнения и глубину проникновения нефти в подстилающую поверхность при известном времени устранения течи. Методику использования модели опишем путем построения различных сценариев аварий при различных фракциях нефти, свойствах подстилающей поверхности, погодных условиях, скоростях истечения нефти и времени устранения аварии. Для всех сценариев предполагаются некоторые общие характеристики, а именно: аварийный разлив происходит в летнее время, при температуре 20 °С, в тундровой местности с торфянистыми почвами. Торф обладает высокой пористостью, до 90–95%, уменьшающейся с уве-

личением степени разложения. А также широким диапазоном изменения коэффициента сжимаемости, от 1,5 до 80 МПа⁻¹, достигающим верхнего предела у сильнообводненных, слаборазложившихся торфов. Исходя из этого, пористость торфа для всех четырех случаев принята как 0,92, а коэффициент сжимаемости — 75 МПа⁻¹. Для расчета принята величина коэффициента проницаемости торфа, равная 800 Д. Высота нефтепровода принимается равной 2 м, а высота скважины — 0,01 м. В сценарии «Б» под прорывом нефтепровода понимается отверстие в 100% площади его сечения, а дебит рассчитан исходя из известной скорости движения нефти и радиуса нефтепровода.

Сценарий «А».

В результате аварии на скважине произошел фонтанирующий разлив нефти. Обнаружение утечки и ремонт заняли трое суток. Скважина дает нефть легкой фракции. Известно, что за это время истекло 250 т нефти, из них 50 т было поглощено почвой.

Сценарий «Б».

В результате прорыва нефтепровода произошел аварийный разлив нефти. Нефтепровод расположен на высоте 2 м, имеет диаметр 300 мм, и транспортирует нефть тяжелой фракции. Скорость перемещения нефти 1 м/с. До момента закрытия заслонок прошел 1 час. Скорость поглощения нефти грунтом равна $1,4 \cdot 10^{-4}$ м³/с.

В табл. 2 представлены подготовленные для ввода в программу для расчета исходные данные.

Таблица 2

Исходные данные для расчетов

Название	Обозн.	Ед. изм.	А	Б
Характеристики разлива				
Высота источника	Н	м	0.01	2
Время устранения течи	Т	ч	72	1
Дебит нефти	q_0	м ³ /с	-	0,07065
Скорость поглощения нефти	ε	м ³ /с	-	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Объем нефти, вытекшей из источника	V_0	м ³	304,878	-
Объем нефти, отфильтрованной грунтом	V_1	м ³	60,975	-
Свойства грунта				
Сжимаемость	$\beta_{\text{гн}}$	МПа ⁻¹	75	
Проницаемость	k_0	Д	800	
Пористость	m_0	-	0.92	
Свойства нефти				
Сжимаемость	$\beta_{\text{ж}}$	ГПа ⁻¹	0,822	0,705
Кинематическая вязкость	μ	сСт	8	14
Плотность	ρ_0	кг/м ³	820	868

В табл. 3 представлены результаты моделирования.

Таблица 3

Результаты моделирования

Название	Обозн.	Ед. изм.	А	Б
Объем нефти, вытекшей из источника	V_0	м ³	304,878	254,34
Объем нефти, отфильтрованной грунтом	V_1	м ³	60,975	23,841
Радиус загрязнения	r	м	38,93	3,96
Предельная оценка радиуса загрязнения	r_{\max}	м	44,24	5,5
Площадь загрязнения	S	м ²	4761,23	49,27
Время	t	-	150 ч 08 мин	2 ч 39 мин
Предельная оценка времени	t_{\max}	-	397 ч 34 мин	12 ч 52 мин

Полученная автором формула позволяет вычислить радиус, а соответственно и площадь загрязнения, а также объем нефти, отфильтрованной грунтом, независимо от самих нефтяных компаний, которые утаивают масштабы загрязнений. Для этого будет необходимо знать лишь время, прошедшее с момента аварии до момента устранения утечки, и средний объем нефти, вытекающей из источника за единицу времени, а эти данные можно запросить у ПАО «Транснефть». Таким образом, зная стоимость ликвидации последствий загрязнения, можно оценить предполагаемый ущерб в денежном выражении и рекомендовать размер страховой премии для случая разлива нефти.

Данный метод позволяет сделать независимую адекватную оценку величины загрязнения, чтобы более точно устанавливать штрафы для нефтяных компаний, допустивших аварию, и находить размер страховой премии. Но для того, чтобы эта методика нашла применение, необходимо законодательство, обязывающее нефтяные компании компенсировать экологические ущербы, а в силу масштабности таких ущербов нефтяные компании обязаны будут их страховать.

Заключение

Таким образом, тема статьи является актуальной для исследования и практического применения ее результатов нефтяными компаниями, страховщиками (страховыми компаниями) и государством. Особую новизну данное исследование приобретает за счет нового, отличного от уже существующих, подхода к экологическому страхованию в нефтегазовой отрасли России. Разработанный подход является инструментом, с по-

мощью которого страховщик сможет оценить сумму покрытия и размер страховой премии. Результаты исследования дают приращение знаний по методическим вопросам расчета страховых премий и сумм покрытия, а также предлагают новый подход к оценке этих величин с помощью созданной автором математической модели для расчета площади и глубины загрязнения подстилающей поверхности нефтью при аварии на нефтепроводе или при фонтанировании скважины. Практическая значимость исследования заключается в том, что, используя разработанную модель, можно предложить методику оценки масштабов загрязнения окружающей среды в единицах площади и объема, а также в денежных единицах. Более того, в данной работе сформированы некоторые рекомендации по страховой деятельности в области экологических рисков в нефтегазовой отрасли, которые могут быть использованы страховщиками.

При проведении исследования предпочтение отдавалось асимптотическим методам, которые требовали предположений о постоянном дебите нефти и горизонтальной поверхности почвы. Полученное аналитическое решение удовлетворяет нескольким реальным ситуациям, но имеет простой расчет, поэтому следующим этапом исследования будет разработка численного решения, которое позволит нам рассмотреть произвольные рельефы поверхности почвы и функцию источника.

Для того чтобы описанная здесь методика нашла применение, необходимо законодательство, обязывающее нефтяные компании компенсировать экологический ущерб, а в силу масштабности таких ущербов они вынуждены будут их страховать. До принятия желаемого закона необходимо использовать методы экономического стимулирования предприятий к экологическому страхованию.

И в конце хочется напомнить, что Конституция РФ говорит о том, что каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию об ее состоянии и право на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Список литературы

1. *Авербух А. Я.* Д. И. Менделеев и развитие отечественной промышленности. — Ленинград: Знание, 1984.
2. *Барбашин И. В.* Проблемы законодательного обеспечения развития экологического страхования в России // Экономика природопользования: обзорная информация. Всероссийский институт научной и технической информации РАН. — 2005. — № 3. — С. 8–11.
3. *Блоков И. П.* Окружающая среда и ее охрана в России. Изменения за 25 лет. — М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2018.

4. *Вебер Е.* Диктатура экологии // Ведомости: официальный сайт. URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2018/10/28/784844-diktatura-ekologii> (дата обращения: 31.12.2018).
5. *Воронина Е. П.* Страхование в нефтегазовом комплексе — состояние и перспективы развития // Экономика. Налоги. Право. — 2012. — № 2. — С. 71–77.
6. Выступление заместителя министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации — руководителя Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Сидорова Артема Георгиевича, 1 мая 2018 г., Москва.
7. Динамика рынка // Страхование сегодня: официальный сайт. URL: http://www.insur-info.ru/statistics/?region=93&unAction=region_comp&comp_reg_num=1&dir=in&order=un36&pair=az&page=4 (дата обращения: 31.12.2018).
8. Динамика сборов и выплат — по регионам и по видам страхования (накопительным итогом) // Страхование сегодня: официальный сайт. URL: <http://www.insur-info.ru/statistics/analytics/?order=un36®ion=0&datatype=itog¤cy=rub&unAction=a03> (дата обращения: 31.12.2018).
9. *Кудрявцева О. В., Попова А. А.* Основные проблемы экологического страхования в России и пути их решения // Государственное управление. Электронный вестник (Электронный журнал). — 2018. — № 69. — С. 306–317.
10. *Кудрявцева О. В., Попова А. А.* Снижение экологических ущербов в энергетическом комплексе посредством определения масштабов загрязнения от разливов нефти на нефтепроводах // Государственное управление. Электронный вестник (Электронный журнал). — 2017. — № 64. — С. 45–55.
11. *Меньшиков В. В., Меньшикова О. В.* Экологическая ответственность и экологическое страхование // Вестник Международной академии наук. Русская секция. Электронное периодическое издание. — 2012. — № 2. — С. 36–41. URL: http://www.heraldrsias.ru/download/articles/06_Menshikova.pdf (дата обращения: 30.12.2018).
12. *Михеев А. А.* Экологическое страхование в США: тенденции развития // Российское предпринимательство. — 2000. — Т. 1. — № 12. — С. 76–84.
13. *Моткин Г. А.* Экологическое страхование: итоги и перспективы. — М. — Улан-Удэ: НИЦ «Экопроект», 2010.
14. *Немченко М. Ю.* Классификация основных видов рисков нефтегазодобывающих предприятий, учитываемых в процессе совершенствования методов оценки рисков // экономические науки. Экономика и управление. — 2009. — № 12(61). — С. 162–166.
15. *Панов А.* О целесообразности обязательного экологического страхования // Ведомости: официальный сайт. URL: https://www.vedomosti.ru/finance/articles/2011/11/23/o_cesoobraznosti_obyazatel'nogo_ekologicheskogo (дата обращения: 31.12.2018).
16. Программа сотрудничества ЕС—Россия. Компонент: Гармонизация экологических стандартов II. Международная конференция. Природоохранные разрешения и экологический контроль. Рабочий документ № 13: Экологическое страхование. Европейская комиссия, 2009.
17. Разлив нефти: 10 крупнейших катастроф в истории // Национальная ассоциация нефтегазового сервиса: официальный сайт. URL: <https://nangs.org/news/ecology/razliv-nefti-10-krupnejshikh-katastrof-v-istorii> (дата обращения: 31.12.2018).
18. *Сотникова Л. В., Никонова Н. Е.* Экологическое страхование как инструмент экономико-правового механизма охраны окружающей среды в России и за

- рубежом // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. — 2016. — № 4 (15). — С. 106–110.
19. Статистические показатели и информация об отдельных субъектах страхового дела // Центральный банк РФ: официальный сайт. URL: https://www.cbr.ru/finmarket/supervision/sv_insurance/ (дата обращения: 31.12.2018).
 20. A Brief Overview of the Oil Spill Problem in Russia // Гринпис России: Официальный сайт. URL: http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/Arctic-oil/GPRussia_Oil_spills_briefing_ENG.pdf (дата обращения: 30.12.2018).
 21. Best's country risk report. Russia // AM Best: official site. URL: <http://www3.ambest.com/ratings/cr/reports/russia.pdf> (дата обращения: 31.12.2018).
 22. *Muangu Zh., Popova A. A.* Modeling of oil pollution of arctic sea coastal areas // The Scientific Bulletin of MSTU CA. — 2017. — Vol. 20. — No. 02. — P. 45–57.