

## СКЛОННОСТЬ К ОПОРТУНИЗМУ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ В ВОПРОСАХ БЕЗОПАСНОСТИ\*

**Ларина Елизавета Игоревна**  
*Студентка бакалавриата (4 курс)*  
*МГУ имени М.В. Ломоносова,*  
*Экономический факультет*  
*(г. Москва, Россия),*

**Юрявичуте Александра**  
*Студентка бакалавриата (4 курс)*  
*Вильнюсский университет,*  
*факультет экономики и делового администрирования*  
*(г. Вильнюс, Литва)*

### Аннотация

*Разливы нефти приносят вред как окружающей среде, так и людям. Во избежание аварий компании должны придерживаться установленных государством правил безопасности. Зачастую компании склонны уклоняться от соблюдения этих правил или исполнять требования некачественно. Проверки нефтяных компаний проводятся государством с целью обеспечить приемлемый уровень безопасности на предприятиях. Проверка может быть как плановая, так и внеплановая. Данная статья моделирует конкурентный рынок с двумя нефтяными компаниями, принимающими решение о соблюдении или несоблюдении правил безопасности. Результаты исследования показывают, что в условиях конкурентной среды компании выбирают стратегии поведения в зависимости от ожидаемой вероятности проверки, и чем выше вероятность проведения проверки, тем скорее компания будет соблюдать правила безопасности.*

**Ключевые слова:** разливы нефти, аварии, нефтяные компании, правила безопасности, государственные проверки, конкурентный рынок, теория игр, смешанные стратегии.

**ЖЕЛ коды:** С 700, С 720, D 210.

---

\* Настоящая статья была подготовлена под руководством д.э.н., проф. кафедры экономики природопользования экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, Кудрявцевой Ольги Владимировны, в рамках курса программы бакалавриата «Экономика устойчивого развития».

Ларина Е.И., e-mail: [eliz.lar@yandex.ru](mailto:eliz.lar@yandex.ru)

Юрявичуте А., e-mail: [aleksandrajureviciute@gmail.com](mailto:aleksandrajureviciute@gmail.com)

## 1. Введение

Россия является одной из крупнейших стран по добыче и переработке нефти: по оценкам, добыча сырой нефти в 2018 г. составила 10,53 млн баррелей в сутки. Россию опережают только США с объемом добычи 10,96 млн баррелей в сутки<sup>1</sup>. Добыча нефти связана с угрозами безопасности экологического, производственного, травматического характера. Аварии в нефтяной промышленности – частое явление. Кроме того, с ростом объемов добычи и реализации нефти их число увеличивается. Известным примером нефтяной экологической катастрофы является разлив нефти, произошедший в Усинском районе Республики Коми у компании ПАО «Коминнефть» в 1994 г. По оценкам компании, в результате появления свищей в нефтепроводе в водостоки попало 14 т нефти. Авария на нефтяном производстве повлияла как на окружающую среду, причинив вред животным, так и на здоровье людей, поскольку загрязненная вода попала в дома. Компания понесла большие убытки по восстановлению нефтепровода и ликвидации последствий аварии. Другая значимая для окружающей среды авария произошла в Новороссийском порту в конце XX в. Из-за сильной мощности подачи нефти труба лопнула, не выдержав давления. В Черное море попало более 400 т нефти (Владимиров, 2014). 6 декабря на конференции «Промышленная безопасность и охрана труда на предприятиях нефтегазового комплекса» было отмечено, что за 2019 г. произошло 37 аварий в нефтегазовом секторе. Некоторые несчастные случаи, произошедшие в результате аварий, заканчивались смертью рабочих. Всего за 2019 г. экономический ущерб по причине аварий превысил 1,4 млрд руб.<sup>2</sup>

Существуют множество факторов, которые могут стать причиной разлива нефти. Чаще всего разлив происходит из-за коррозии труб. В результате разлива нефть попадает в окружающую среду, образуя пленку, не пропускающую солнечные лучи и кислород<sup>3</sup>. Это приводит к гибели обитателей морского дна и берега, а в долгосрочном периоде может привести к сбою в экосистемах. Качество питьевой воды, которую употребляют люди, существенно упадет, если загрязненная вода попадет в трубопроводы и смешается с чистой. Загрязненную воду люди будут использовать в сельскохозяйственных целях – для полива растений и для корма животных, что негативно скажется на их состоянии. С едой загрязнения попадут в организм человека.

Для обеспечения безопасной для окружающей среды работы нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий государство установило федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. В правилах установлены требования к компаниям и работникам этих компаний в отношении организации и осуществления их деятельности.

Нефтяным компаниям, как и всем экономическим субъектам, присуща склонность к оппортунизму, в том числе в вопросе соблюдения правил безопасности на предприятии. Эта тема не является хорошо изученной, однако, по нашему мнению, заслуживает внимания.

---

<sup>1</sup> Источник: <https://asb.opec.org/index.php/data-download>

<sup>2</sup> Источник: <https://dпром.online/oilngas/v-2019-ushherb-ot-avarij-na-neftegazovyh-obektah-prevysil-1-4-mlrd-rublej/>

<sup>3</sup> Источник: <https://ria.ru/20090605/173349317.html>

С целью проверки исправности соблюдения компаниями правил безопасности государство приняло федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» (26.12.2008 г. № 294-ФЗ)<sup>4</sup>. Закон утверждает необходимость проведения плановых проверок всех организаций не чаще, чем один раз в 3 года. Основанием для внеплановой проверки государственными органами нефтяных производств является, во-первых, информация об угрозе причинения вреда или чрезвычайных ситуаций, во-вторых, факт причинения вреда, в-третьих, окончание срока предписания об исправлении нарушений правил, в-четвертых, приказ руководителя Ростехнадзора.

В данной статье моделируется ситуация, когда вероятности проверки нефтяных компаний различны. Одна компания ожидает плановую проверку, и вероятность внеплановой проверки невелика по сравнению с другой компанией, которую могут проверить внепланово на основании приведенных выше причин. Цель анализа – выявить, от чего зависит поведение компаний в отношении правил безопасности в моделируемой игре, и понять, есть ли различие в их стратегиях.

Статья состоит из нескольких частей. В первой части приводится обзор статей, описывающих схожую проблематику. Вторая часть содержит решение игры, в которой игроками являются две нефтяные компании, решающие, какую выбрать стратегию в отношении соблюдения правил безопасности на предприятии. Третья часть обобщает полученные результаты.

## 2. Обзор литературы

Исследования, которые уместно обозреть в контексте темы оппортунизма нефтяных компаний, касаются проблемы оппортунизма на предприятиях, статистики возникновения последствий оппортунизма в вопросах безопасности, их воздействия на окружающую среду, а также необходимости контроля государства.

Т. Цуй и Е.Н. Кузнецов (2017) отмечают, что оппортунизм можно регулировать с помощью системы контроля и наказаний или мотивирования работников. Основным субъектом предотвращения оппортунизма является кадровая служба предприятия. Причиной оппортунистического поведения авторы называют неполноту договоров. Мы считаем, что причиной также является недостаток контроля и неправильно выстроенная система наказаний и стимулов.

Авторы статьи М. Cheug и J. Zhuang (2012) «Regulation games between government and competing companies: oil spills and other disasters» исследуют зависимость между конкуренцией на рынке и соблюдением нефтяными компаниями правил безопасности. Определяются оптимальные смешанные стратегии компаний и государства. В результате анализа делается вывод, что усиление конкуренции увеличивает склонность компаний к риску и несоблюдению правил безопасности, соответственно, требуется более строгий контроль государства. В статье используется предположение о равных вероятностях проверки обеих компаний. Мы продолжили

---

<sup>4</sup> Источник [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/)

анализ авторов, введя предпосылку о различии вероятностей проверки конкурирующих компаний.

Теоретико-игровой подход используют Yang, M et al. (2013) в исследовании способов разрешения конфликтов, возникающих между заинтересованными группами в процессе принятия экологических решений. Регулирующие органы являются одним из игроков моделируемой игры. Они заинтересованы в исполнении компанией нормативных требований по безопасности. Другие игроки – это управляющие, ориентированные на сокращение издержек, а также инженеры, которые следят за технической реализуемостью решений. Авторы предлагают подход к принятию наиболее оптимальных решений в области экологического менеджмента с учетом интересов всех групп.

Краснов, Садыкова, Пережогин и др. (2017) в своей статье приводят статистику произошедших аварий на нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах. Авторы отмечают, что из-за быстрого роста количества нефтяных предприятий во второй половине XX в. в этой отрасли начало происходить огромное количество аварий. В частности, с 2007 по 2016 г. произошло более 100 аварий, сопровождающихся большим количеством смертельных случаев. Авторы приходят к выводам, что чаще всего аварийные ситуации происходят из-за пренебрежения правилами безопасности. Это в очередной раз подтверждает актуальность проблемы контроля предприятий на предмет соблюдения правил безопасности.

Как уже было сказано ранее, аварии на нефтеперерабатывающих производствах оказывают огромное влияние на окружающую среду. Привалова, Двадненко, Некрасова и др. (2017) описывают процесс взаимодействия нефти с различными компонентами экосистемы при ее разливе. Так же как и Краснов, Садыкова, Пережогин и др. (2017), авторы отмечают, что с развитием нефтяной промышленности увеличивается число аварий, и предсказывают ухудшение экологической ситуации.

На основе приведенных исследований можно сделать однозначный вывод о том, что попадание нефти в окружающую среду является серьезной и актуальной проблемой. Развитие нефтяной промышленности несет в себе потенциальную угрозу экологии и, соответственно, состоянию здоровья людей. Для обеспечения соблюдения компаниями правил безопасности государство должно строго контролировать деятельность компании, проводя плановые и внеплановые проверки.

### **3. Анализ**

Игра описывает конкурентный рынок, на котором представлены две нефтяные компании. Государство предписывает компаниям следовать правилам безопасности. Государственная организация, отвечающая за проведение проверок, принимает решение о проверке компаний. Вероятность проверки одной из компаний выше, чем другой, по одной из причин, описанных во введении. Предположим, что первая компания была ранее замечена за неисполнением правил и получила предписание исправить нарушения. Компании независимо друг от друга решают, соблюдать им правила безопасности или уклоняться от соблюдения.

Обозначения, используемые в дальнейшем анализе, частично совпадают с обозначениями статьи М. Cheung и J. Zhuang (2012). Такое решение было принято с целью упрощения сопоставления.

Используемые в модели обозначения:

$G$  – государство;

$Y$  – компания, вероятность проверки исполнения правил безопасности которой выше;

$Z$  – компания, вероятность проверки исполнения правил безопасности которой ниже;

$g$  – вероятность того, что государство проверит компанию  $Z$ ;

$h$  – вероятность проверки компании  $Y$ ;

$y$  – вероятность соблюдения правил безопасности компанией  $Y$ ;

$z$  – вероятность соблюдения правил безопасности компанией  $Z$ ;

$p$  – вероятность аварии;

$c_1$  – затраты компаний на соблюдение правил безопасности;

$c_2$  – затраты в связи с приостановлением нормальной работы отделов при выявлении государством несоблюдений правил безопасности;

$c_3$  – затраты компании при разливе нефти (ликвидация последствий аварии, простой);

$k$  – государственные затраты на проведение проверки;

$r_0$  – выручка одной компании при снижении конкурентоспособности другой из-за аварии;

$r_1$  – выручка компаний при обоюдном соблюдении правил безопасности;

$r_2$  – выручка компании, которая не соблюдает правила безопасности (компания-конкурент соблюдает правила безопасности);

$r_3$  – выручка компании, которая соблюдает правила безопасности (компания-конкурент не соблюдает правила безопасности);

$r_4$  – выручка компаний при обоюдном несоблюдении правил безопасности.

Предполагается, что компаниям известна вероятность аварии  $p$ . Компании идентичны по всем параметрам, кроме наличия повода для внеплановой проверки для одной из них (компания  $Z$ ). Компании имеют одинаковую склонность к риску и ненулевую мотивацию

рисковать. Они стремятся к максимизации прибыли. Соотношения между издержками и между выручкой таково:  $c_2 > c_1 > pc_3 > 0$ ,  $r_0 > r_2 > r_1 > r_4 > r_3$ . Они логически вытекают из смысла, заключенного в данных обозначениях.

Для проведения анализа удобно построить дерево вероятностей (рис. 1). Ветви дерева характеризуют стратегии поведения, принимаемые участниками. Участники стремятся выбрать стратегию, максимизирующую их прибыль, равную значению выражения  $r_i - c_i$ , где  $i$  – номер игрока ( $i = 1, 2$ ). При этом компании учитывают вероятность потенциальной проверки и вариацию стратегий компании-конкурента.

В модели первый ход всегда выполняет государство, принимая решение о проверке. У государства есть четыре возможных стратегии:

- 1) внепланово проверить обе компании;
- 2) внепланово проверить компанию Z, но не проверить Y;
- 3) внепланово проверить компанию Y, но не проверить компанию Z;
- 4) не проводить внеплановую проверку в обеих компаниях.

Вероятности каждого из данных исходов указаны на ветках дерева. После хода государства компании одновременно и независимо принимают решение соблюдать или не соблюдать правила безопасности. Вероятности исходов также указаны на ветках. От стратегий компаний зависит, какую выручку получают компании –  $r_1, r_2, r_3$  или  $r_4$ , какие издержки они могут понести –  $c_1, c_2, c_3$  или  $c_4$ . Выигрыши государства, компании Y и компании Z для каждого из возможных исходов указаны под рисунком и обозначены на рисунке цифрами от 1 до 16, поскольку существует всего  $4 \cdot 2 \cdot 2$  возможных исхода. Пунктиром обозначены информационные множества.

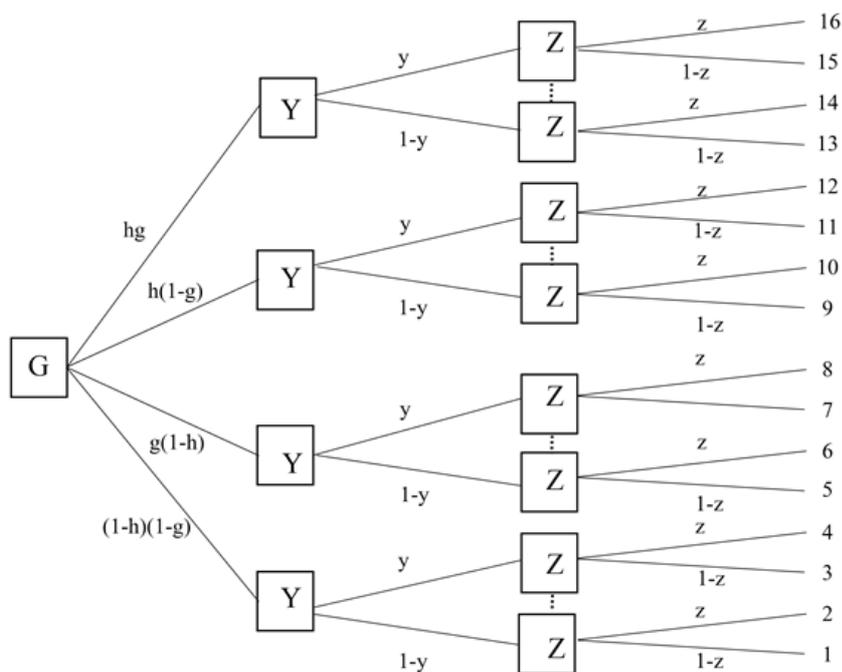


Рисунок 1. Дерево вероятностей для двух конкурирующих компаний

Выигрыши государства, компании Y и компании Z:

$$1 (2pc_3, r_4 - pc_3, r_4 - pc_3)$$

$$9 (pc_3 + k, -c_2, r_0 - pc_3)$$

$$2 (pc_3, r_2 - pc_3, r_3 - c_1)$$

$$10 (k, -c_2, r_0 - c_1)$$

$$3 (pc_3, r_3 - c_1, r_2 - pc_3)$$

$$11 (pc_3 + k, r_3 - c_1, r_2 - pc_3)$$

$$4 (0, r_1 - c_1, r_1 - c_1)$$

$$12 (k, r_1 - c_1, r_1 - c_1)$$

$$5 (pc_3 + k, r_0 - pc_3, -c_2)$$

$$13 (2k, -c_2, -c_2)$$

$$6 (pc_3 + k, r_2 - pc_3, r_3 - c_1)$$

$$14 (2k, -c_2, r_0 - c_1)$$

$$7 (k, r_0 - c_1, -c_2)$$

$$15 (2k, r_0 - c_1, -c_2)$$

$$8 (k, r_1 - c_1, r_1 - c_1)$$

$$16 (2k, r_1 - c_1, r_1 - c_1)$$

Компании решают игру, определяя свои оптимальные смешанные стратегии. Далее мы находим оптимальные стратегии для всех трёх участников анализа: компании Y, компании Z и государства.

Первый этап – определение интервала, в котором заключена вероятность проведения проверки государством при всех стратегиях, которые могут быть выбраны компаниями. Неравенства далее решаются относительно  $h$ , поскольку для упрощения анализа вводится предположение о постоянном значении  $g$ . Вероятность проведения проверки компании Z можно считать постоянной и равной вероятности проведения плановой проверки. Вероятность проверки Y не определена из-за возможности внеплановой проверки.

1. Чтобы стратегия не соблюдать правила безопасности была выгодна для обеих компаний и являлась равновесием по Нэшу, выигрыш от несоблюдения должен быть больше, чем от соблюдения. То есть сумма взвешенных по вероятностям исходов 1, 5, 9, 13 должна быть больше, чем исходов 3, 7, 11, 15 для Y (неравенство для Z получается тождественным):

$$(1 - h) \times (1 - g) \times (r_4 - pc_3) + (1 - h) \times g \times (r_0 - pc_3) + \\ h \times (1 - g) \times (-c_2) + h \times g \times (-c_2) > (1 - h) \times (1 - g) \times (r_3 - c_1) +$$

$$+(1-h) \times g \times (r_0 - c_1) + h \times (1-g) \times (r_3 - c_1) + h \times g \times (r_0 - c_1) . \quad (1)$$

Решая неравенство (1), получаем:

$$h < \frac{g \times (r_3 - r_4) + r_4 - pc_3 - r_3 + c_1}{g \times (r_0 - r_4) + r_4 - pc_3 + c_2} . \quad (1.1)$$

Обозначим правую часть неравенства за  $h_2$ :

$$\frac{g \times (r_3 - r_4) + r_4 - pc_3 - r_3 + c_1}{g \times (r_0 - r_4) + r_4 - pc_3 + c_2} \equiv h_2 . \quad (1.2)$$

2. Чтобы стратегия соблюдать правила безопасности была выгодна для обеих компаний и являлась равновесием по Нэшу, выигрыш от соблюдения должен быть больше, чем от несоблюдения. То есть сумма взвешенных по вероятностям исходов 4, 8, 12, 16 должна быть больше, чем исходов 3, 7, 11, 15 для Y (неравенство для Z получается тождественным):

$$\begin{aligned} & (1-h) \times (1-g) \times (r_1 - c_1) + (1-h) \times g \times (r_1 - c_1) + \\ & h \times (1-g) \times (r_1 - c_1) + h \times g \times (r_1 - c_1) > (1-h) \times (1-g) \times (r_2 - pc_3) + \\ & (1-h) \times g \times (r_2 - pc_3) + h \times (1-g) \times (-c_2) + h \times g \times (-c_2). \end{aligned} \quad (2)$$

Отсюда:

$$h > \frac{c_1 - r_1}{r_2 + c_2 - pc_3} . \quad (2.1)$$

Обозначим правую часть неравенства за  $h_3$ :

$$\frac{c_1 - r_1}{r_2 + c_2 - pc_3} \equiv h_3 . \quad (2.2)$$

1. Чтобы стратегия (соблюдать, не соблюдать) или (не соблюдать, соблюдать) являлась равновесием по Нэшу, должна выполняться система неравенств, обратных (1) и (2):

$$\begin{aligned} & (1-h) \times (1-g) \times (r_4 - pc_3) + (1-h) \times g \times (r_0 - pc_3) + \\ & h \times (1-g) \times (-c_2) + h \times g \times (-c_2) \leq (1-h) \times (1-g) \times (r_3 - c_1) + \\ & (1-h) \times g \times (r_0 - c_1) + h \times (1-g) \times (r_3 - c_1) + h \times g \times (r_0 - c_1) \end{aligned} \quad (3)$$

и

$$\begin{aligned} & (1-h) \times (1-g) \times (r_1 - c_1) + (1-h) \times g \times (r_1 - c_1) + \\ & h \times (1-g) \times (r_1 - c_1) + h \times g \times (r_1 - c_1) \leq (1-h) \times (1-g) \times (r_2 - pc_3) + \end{aligned}$$

$$(1 - h) \times g \times (r_2 - pc_3) + h \times (1 - g) \times (-c_2) + h \times g \times (-c_2). \quad (4)$$

Получаем:

$$h \leq \frac{c_1 - r_1}{r_2 + c_2 - pc_3} \quad (3.1)$$

и

$$h \geq \frac{g \times (r_3 - r_4) + r_4 - pc_3 - r_3 + c_1}{g \times (r_0 - r_4) + r_4 - pc_3 + c_2}, \quad (4.1)$$

т.е.  $h_2 \leq h \leq h_3$ .

Второй этап – определение смешанных стратегий компаний. Мы находим  $z^*$  и  $y^*$  в зависимости от вероятности проведения проверки, моделируя ситуацию, когда компании-конкуренту безразлично, какую чистую стратегию выбрать.

### 1. Равенство чистых стратегий для компании Z

Ожидаемый выигрыш Z при несоблюдении правил находим, взвешивая по вероятностям исходы 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 для Z:

$$(1 - y) \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_4 - pc_3) + (1 - h) \times g \times (-c_2) + h \times (1 - g) \times (r_0 - pc_3) + h \times g \times (-c_2)) + y \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_2 - pc_3) + (1 - h) \times g \times (-c_2) + (1 - g) \times h \times (r_2 - pc_3) + h \times g \times (-c_2)). \quad (5)$$

Ожидаемый выигрыш Z при соблюдении правил находим, взвешивая по вероятностям исходы 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 для Z:

$$(1 - y) \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_3 - c_1) + (1 - h) \times g \times (r_3 - c_1) + h \times (1 - g) \times (r_0 - c_1) + h \times g \times (r_0 - c_1)) + z \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_1 - c_1) + (1 - h) \times g \times (r_1 - c_1) + (1 - g) \times h \times (r_1 - c_1) + h \times g \times (r_1 - c_1)). \quad (6)$$

Приравнивая (5) и (6), получаем:

$$y^* = \frac{g \times (pc_3 - c_2 - r_4) + h \times (r_3 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 + c_1 - pc_3 - r_3}{g \times (r_2 - r_4) + h \times (r_3 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_1 + r_4 - r_3 - r_2}. \quad (7)$$

### 2. Равенство чистых стратегий для компании Y

Ожидаемый выигрыш Y при несоблюдении правил находим, взвешивая по вероятностям исходы 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14 для Y:

$$(1 - z) \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_4 - pc_3) + (1 - h) \times g \times (r_0 - pc_3) + h \times (1 - g) \times (-c_2) + h \times g \times (-c_2)) + z \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_2 - pc_3) + (1 - h) \times g \times (r_2 - pc_3) + h \times (1 - g) \times (-c_2) + h \times g \times (-c_2)) \quad (8)$$

Ожидаемый выигрыш  $Y$  при соблюдении правил находим, взвешивая по вероятностям исходы 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16 для  $Y$ :

$$(1 - z) \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_3 - c_1) + (1 - h) \times g \times (r_0 - c_1) + h \times (1 - g) \times (r_3 - c_1) + h \times g \times (r_0 - c_1)) + z \times ((1 - h) \times (1 - g) \times (r_1 - c_1) + (1 - h) \times g \times (r_1 - c_1) + h \times (1 - g) \times (r_1 - c_1) + h \times g \times (r_1 - c_1)) \quad (9)$$

Приравнявая (8) и (9), получаем:

$$z^* = \frac{g \times (r_3 - r_4) + h \times (pc_3 - r_4 - c_2) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 - pc_3 - r_3 + c_1}{g \times (r_3 - r_4) + h \times (r_2 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_1 - r_3 - r_2 + r_4} \quad (10)$$

Итоговым решением является система наилучших стратегий для компаний:

$$z^*(h) = \begin{cases} 0, & h < h_2 \\ \frac{g \times (r_3 - r_4) + h \times (pc_3 - r_4 - c_2) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 - pc_3 - r_3 + c_1}{g \times (r_3 - r_4) + h \times (r_2 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_1 - r_3 - r_2 + r_4}, & h_2 \leq h \leq h_3 \\ 1, & h > h_3 \end{cases} \quad (11)$$

Аналогично для компании  $Y$ .

Докажем теперь, что при  $h_2 \leq h \leq h_3$  оптимальная вероятность соблюдения правил безопасности компании  $Y$  выше, чем компании  $Z$ .

Введем следующие обозначения:

$$a = g \times (pc_3 - c_2 - r_4) + h \times (r_3 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 + c_1 - pc_3 - r_3;$$

$$b = g \times (r_3 - r_4) + h \times (pc_3 - r_4 - c_2) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 + c_1 - pc_3 - r_3;$$

$$c = g \times (r_2 - r_4) + h \times (r_3 - r_4);$$

$$d = h \times g \times (r_4 - r_0) + r_1 + r_4 - r_3 - r_2;$$

$$e = g \times (r_3 - r_4) + h \times (r_2 - r_4). \quad (12)$$

Тогда:

$$y^* = \frac{a}{c + d}; \quad (12.1)$$

$$z^* = \frac{b}{e+d} . \quad (12.2)$$

Необходимо сравнить  $y^*$  с  $z^*$ , т.е. сравнить ( $\cup$  – знак сравнения) выражение (12.1) с выражением (12.2):

$$\frac{a}{c+d} - \frac{b}{e+d} \cup 0; \quad (12.3)$$

$$\frac{a \times (e+d) - b \times (c+d)}{(c+d) \times (e+d)} \cup 0. \quad (12.4)$$

Знаменатель дроби (12.4), то есть  $(c+d)(e+d)$ , – положительная величина, так как  $y^*$  и  $z^* > 0$ , что значит, что

$$\begin{cases} a > 0 \\ c+d > 0 \\ b > 0 \\ e+d > 0 \end{cases} \text{ или } \begin{cases} a < 0 \\ c+d < 0 \\ b < 0 \\ e+d < 0 \end{cases} \quad (12.5)$$

Докажем, что числитель дроби (12.4) больше нуля, т.е.  $a \times (e+d) - b \times (c+d) > 0$ .

Для этого выполним обратную замену:

$$\begin{aligned} & (g \times (pc_3 - c_2 - r_4) + h \times (r_3 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 + c_1 - pc_3 - r_3) \times (g \times \\ & (r_3 - r_4) + h \times (r_2 - r_4) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_1 + r_4 - r_3 - r_2) - (g \times (r_3 - r_4) + h \times (pc_3 - \\ & r_4 - c_2) + h \times g \times (r_4 - r_0) + r_4 + c_1 + pc_3 - r_3) \times (g \times (r_2 - r_4) + h \times (r_3 - r_4) + h \times g \times \\ & (r_4 - r_0) + r_1 + r_4 - r_3 - r_2) = \dots = (g^2 - h^2) \times (r_3 - r_4) \times (pc_3 - c_2 - r_2) + g^2 \times h \times \\ & (r_4 - r_0) \times (pc_3 - c_2 - r_2) + h \times (r_3 - r_4) \times (r_1 - r_2 - c_1 - pc_3) + h^2 \times g \times (r_2 - pc_3 + c_2) + \\ & g \times (r_3 - r_4) \times (c_1 - pc_3 - r_1 + r_2) + (r_1 + r_4 - r_3 - r_2) \times (pc_3 - r_4 - c_2) \times (r_2 - r_4) \times (r_4 + \\ & c_1 - pc_3 - r_3) \times (h - g) \end{aligned} \quad (13)$$

Пусть значения выручек  $r_1, r_2, r_3, r_4$  таково, что выполняется соотношение:

$$r_1 + r_4 - r_3 - r_2 < 0 . \quad (14)$$

То есть сумма выручек компании в случаях обоюдного соблюдения и несоблюдения правил меньше, чем сумма выручек компании в случаях обратного поведения конкурента. Тогда полученное выражение (13)  $> 0$ . Отсюда  $y^* > z^*$ .

Мы доказали, что при  $h_2 \leq h \leq h_3$  и выполнении соотношения (14) оптимальная вероятность соблюдения правил безопасности компании  $Y$  выше, чем компании  $Z$ .

Необходимо оговорить существующее ограничение модели – неучтенный фактор научно-технического прогресса. Благодаря развитию технологий может быть оптимизирован

как процесс обеспечения безопасности, так и проверка соблюдения правил. Повсеместное внедрение цифровых технологий нефтяными компаниями может снизить необходимую частоту проверок, а также изменить подход к проверкам. Например, данные с приборов контроля и обнаружения нарушений могут быть доступны регулирующим органам, что упростит проверку и уменьшит риск необнаружения.

## **2. Выводы и рекомендации**

Нефтяные компании, действующие на конкурентном рынке, обращают внимание на вероятность проведения проверки соблюдения ими правил безопасности, когда определяют, насколько тщательно им нужно исполнять соответствующие требования. Соблюдение правил сопряжено с издержками, зависящими от тщательности выполнения этих правил. Если компании максимизируют свою прибыль, то в случае нулевой вероятности проверки компании пренебрегут правилами и, соответственно, резко возрастет риск аварийной ситуации. Чем выше вероятность проведения проверки, тем скорее компании будут поддерживать должный уровень безопасности на своем предприятии. Компания, которая ожидает внеплановую проверку, вероятнее обеспечит исполнение правил, чем компания, которую проверяют по плану один раз за три года. В данной статье мы находим оптимальные стратегии компаний, действующих на конкурентном рынке в ситуации не равновероятного проведения проверок соблюдения правил безопасности, а также границы, в которых находится вероятность проведения проверок для каждой из стратегий компаний.

Результаты развития цифровых технологий могут быть использованы предприятиями в том числе в сфере безопасности производства. Например, благодаря онлайн-мониторингу состояния здоровья рабочего и его местоположения можно контролировать соблюдение правил безопасности и своевременно оказать помощь в экстренном случае. Также можно использовать системы индивидуального оповещения работников со встроенной тревожной кнопкой. «Умное» видеонаблюдение автоматизирует обнаружение нарушений и уведомление о них. Перечисленные и иные технические решения позволяют сделать процесс обеспечения производственной безопасности эффективнее за счет сбора и усовершенствованного анализа данных, автоматизации контроля.

Риски, возникающие по причине халатности ответственных за принятие мер безопасности работников, слишком велики, а потенциальные угрозы слишком серьезны, чтобы оставить проблему оппортунизма компаний в соблюдении правил безопасности без должного внимания. Проведение более частых проверок предприятий позволит снизить риск экологических катастроф по причине аварий на нефтяном производстве, а использование цифровых технологий сделает процесс обеспечения безопасности более эффективным.

## **Список литературы**

Владимиров В.А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014. – № 1. – Т. 4. – С. 217–229.

Цуй Т., Кузнецов Е.Н. Влияние оппортунизма на кадровую безопасность компании // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2017. – Т. 1. – С. 198–199

Краснов А.В., Садыкова З.Х., Пережогин Д.Ю., Мухин И.А. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007–2016 гг. // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2017. – № 6.

Привалова Н.М., Двадненко М.В., Некрасова А.А, Привалов Д.М., Попова О.С. Воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 125 (01).

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» // М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности». – 2013. – Сер. 8. – Вып. 19. – С. 288.

Cheung M., Zhuang J. Regulation games between government and competing companies: oil spills and other disasters // Decision Analysis. – 2012 – June. – Vol. 9. – No. 2. – P. 156–164.

Yang M., Khan F.I., Sadiq R., Amyotte P. A rough set-based game theoretical approach for environmental decision-making: A case of offshore oil and gas operations // Process Safety and Environmental Protection. – 2013. – 91(3). – P. 172–182.

КонсультантПлюс. Федеральный закон 26.12.2008 г. № 294-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (дата обращения: 16.11.2019).

РИА Новости. Экологические последствия разливов нефти. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20090605/173349317.html> (дата обращения: 23.11.2019).

ОПЕК World crude oil production by country [Электронный ресурс]. URL: <https://asb.opec.org/index.php/data-download> (дата обращения: 16.11.2019).

Портал для недропользователей. В 2019 году ущерб от аварий на нефтегазовых объектах превысил 1,4 млрд. рублей. [Электронный ресурс]. URL <https://dprom.online/oilngas/v-2019-ushherb-ot-avarij-na-neftegazovyh-obektah-prevysil-1-4-mlrd-rublej/> (дата обращения: 21.02.2020)

## **OPPORTUNISTIC PROPENSITY OF OIL COMPANIES IN THE SAFETY ISSUES**

**Elizaveta I. Larina**

*4th year bachelor student*

*Lomonosov Moscow State University,*

*Faculty of Economics*

*(Moscow, Russia)*

**Alexandra Jurevičiūtė**

*4th year bachelor student*

*Vilnius University,*

*Faculty of Economics and Business Administration*

*(Vilnius, Lithuania)*

### **Abstract**

*Oil spills are harmful to both the environment and people. To avoid accidents companies must follow the safety regulations established by the state. Companies tend to avoid compliance with the regulations or fail to comply with them. Inspections of oil companies are carried out by the state in order to ensure an acceptable level of safety at the enterprises. Inspections can be both planned and unscheduled. In this paper we model a competitive market with two oil companies deciding whether to comply with the safety regulations or not. The results of the research show that in the competitive environment companies choose behavioral strategies depending on the expected probability of the inspection. Thus, the higher the probability of the audit, the sooner the company will comply with the safety rules.*

**Key words:** oil spills, accidents, oil companies, safety rules, government inspections, competitive market, game theory, mixed strategies.

**JEL codes:** C 700, C 720, D 210.