

УДК 502.56:622.323

Литвинцева Зоя Олеговна,
канд. геогр. наук, доцент кафедры «Географии, картографии и геосистемных технологий»,
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»,
e-mail: zoebuhun@mail.ru

Литвинцев Юрий Игоревич,
канд. хим. наук, доцент кафедры «Химической технологии топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: litvincev_1991@mail.ru

АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Litvintseva Z.O., Litvintsev Yu.I.

ANALYSIS OF GEOECOLOGICAL RISKS AT ENTERPRISES OIL INDUSTRY

Аннотация. В статье определен характер воздействия предприятий нефтяной промышленности на природные комплексы и здоровье человека, а также выполнен анализ геоэкологических рисков для оптимизации производственной деятельности и снижения влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: геоэкологический анализ рисков, нефтяная промышленность.

Abstract. The article defines the nature of the impact of oil industry enterprises on natural complexes and human health, and also analyzes geoecological risks to optimize production activities and reduce the impact on the environment.

Key words: geoeological risk analysis, oil industry.

В основу современной государственной экологической политики в условиях увеличения воздействия на окружающую природную среду сложилась абсолютно новая концепция геоэкологического риска, которая предполагает анализ и оценку воздействия деятельности человека на его здоровье и природные комплексы. Предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Современные объемы добычи и переработки нефти ведут к обострению геоэкологических проблем и обретают мировой масштаб, требуя комплексного анализа и поиска путей их решения. Рассмотрим на примере нефтяной промышленности характер ее воздействия на природно-антропогенные комплексы и здоровье человека, также проведем анализ геоэкологических рисков предприятий данной отрасли.

В структуру нефтяной промышленности России входят: нефтедобывающие предприятия, нефтеперерабатывающие заводы, а также предприятия по транспортировке, хранению и сбыту нефти и нефтепродуктов, а также их преобразования в энергию (рис. 1).

Нефтедобывающие предприятия при разведке и эксплуатации нефтяных месторождений сталкиваются с целым спектром геоэкологических проблем: выбросы в атмосфе-

ру продуктов горения при сжигании попутного газа, образование и утилизация отходов, сбросы сточных вод в природные водоёмы, разливы нефти, механическое нарушение и химическое загрязнение почвогрунтов. Большинство проблем связано с технологическим несовершенством предприятий данной отрасли специализации или человеческим фактором [1].

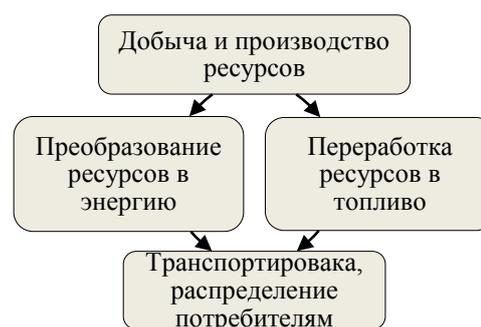


Рис.1 Структура нефтяной промышленности

Одной из крупнейших аварий при добыче нефти в 2010 г. стал взрыв на месторождении Макондо, относящегося к крупнейшей транснациональной корпорации в данной отрасли British Petroleum (BP). По оценкам экспертов в Мексиканский залив попало до 4 тысяч баррелей (около 6 млн. литров) нефти в сутки [2]. В результате загряз-

нения воды погибли десятки тысяч морских животных, и около ста тысяч птиц, по другим данным до миллиона. В отчете специалистов основной причиной аварии стал человеческий фактор.

В настоящее время основными центрами добычи нефти в Российской Федерации являются: *Западная Сибирь* (Тюменская область, Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО); *Поволжье* (республика Татарстан, Самарская и Астраханская области); *Европейский Север* (республика Коми и Ненецкий АО); *Урал* (Пермский край и республика Башкортостан); *Восточная Сибирь* (Красноярский край и Иркутская область); *Дальний Восток* (Сахалинская область). Четыре региона из представленных являются абсолютными лидерами по добыче нефти. Их доля из общего объема добытой нефти на территории России представлена на рис. 2, где безусловное первенство имеет Западная Сибирь. Здесь расположено более 300 крупных месторождений, находящихся в эксплуатации.

Эта территория на этапе добычи нефти испытывает наиболее высокие риски загрязнения окружающей среды.

Значительная часть месторождений нефти относится к Арктической зоне (Уренгойское, Бованенковское, Долгинское, Приразломное и др.), а также крупнейших месторождений газа (Штокмановское, Русановское, Ленинградское и др.). Эта зона, несмотря на расположение за полярным кругом, характеризуется большим количеством эндемичных видов растений и животных, которые объединены в уникальные водные и наземные экосистемы. Они в силу своей слабой устойчивости, не способны противостоять антропогенным воздействиям.

Добыча нефти сопровождается нарушением целостности горных пород, формированием техногенных ландшафтов, повреждением почв, загрязнением атмосферного воздуха и водных объектов, образованием промышленных отходов, трансформацией растительного покрова и животного мира, а также повышенным риском возникновения чрезвычайных ситуаций. Все это приводит к необходимости проведения анализа геоэкологических рисков и последующей их оценке влияния на экосистемы [3].

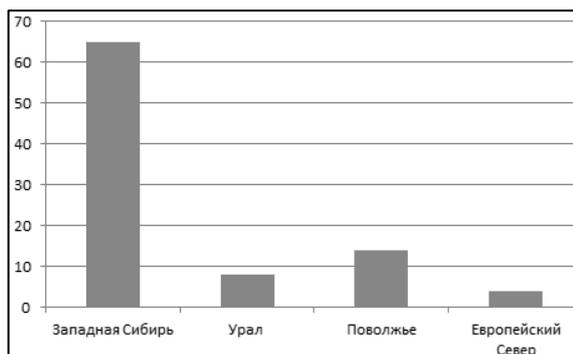


Рисунок 2 - Регионы России – лидеры по добыче нефти, % [1]

Несмотря на использование современных технологий в нефтедобывающей отрасли, предприятия не застрахованы от возникновения аварийных ситуаций. Так, например, в 2021 г. в Ямало-Ненецком АО на Карамовском нефтяном месторождении прорвало внутрипромысловый трубопровод, в результате чего в окружающую среду попало около 3 тыс. м³ нефти [4].

Нефтеперерабатывающие предприятия при переработке нефти и дальнейшем получении нефтепродуктов приводят к усилению парникового эффекта, выпадению кислотных дождей, образованию густого смога, ухудшению качества питьевой воды, снижению биоразнообразия и др. [5]. Ключевым звеном нефтепереработки являются нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), они также оказывают существенный вклад в загрязнение окружающей среды углеводородами и серосодержащими газами. В процессе очистки нефтепродуктов образуется большое количество отходов, например, кислых гудронов и щелочных сточных вод, а их обезвреживание и утилизация очень сложный процесс. Несмотря на то, что стоки проходят все стадии очистки, они все равно оставляют в своем составе поллютанты и несут опасность, и, тем не менее, сбрасываются в окружающую среду как условно очищенные. Помимо «контролируемых» выбросов и сбросов в окружающую среду предприятия нефтяной промышленности являются местами повышенной производственной опасности. Основными причинами возникновения производственных аварий в данной отрасли является нарушение технологии производства и организации производственных процессов; ошибки при проведении ремонтных мероприятий; нарушение правил техники безопасности и др.

Характерной особенностью таких предприятий по транспортировке и сбыту

нефти и нефтепродуктов является их связь как с добывающей и перерабатывающей промышленностью, так и с потребителем. Транспортировка нефти осуществляется различными видами транспорта – морским, железнодорожным, трубопроводным. Перемещение данными видами транспорта нефти и нефтепродуктов несет в себе определенные геоэкологические риски. Часто причиной возникновения аварийных ситуаций при транспортировке нефти и нефтепродуктов является человеческий фактор, который связан не только с нарушением правил и норм эксплуатации трубопроводов, нефтеналивных железнодорожных цистерн, морских транспортных судов и т.д., но и с ошибками в управлении технологическими процессами и при осуществлении ремонтных работ [5].

Серьезное влияние на экологическую ситуацию оказывают разливы нефти при ее транспортировке по морю, рекам, при авариях на нефтепроводах и др. Крупнейшие аварии, происходившие при транспортировке нефти и нефтепродуктов, отмечались во второй половине XX в., но и модернизированные средства перевозки в XXI в. не дают полной гарантии безопасности. Так, в 2021 г. под Новороссийском (Краснодарский край) за пределами береговой зоны произошел сброс нефти с греческого танкера *Minerva Symphony*. Авария произошла в момент погрузки с терминала, который находился в пяти километрах от берега. По официальным данным, которые были представлены в СМИ, объем утечки составил порядка 12 м^3 , а ее площадь – около 200 м^2 [6], но сотрудники Института океанологии и Института космических исследований РАН, изучив данные со спутника Sentinel-1, установили, что площадь загрязнения оказалась в 400 тысяч раз больше, чем сообщалось [7]. Нефтяное пятно было вытянуто от берега в открытое море на расстояние 19 километров. Еще одна авария произошла в 2015 г. у берегов о. Сахалин, где на мель встал танкер «Надежда» с 786 тоннами нефтепродуктов. Был поврежден корпус судна, нефтепродукты попали в воду у морского порта Невельска и прилегающей акватории Татарского пролива. Разлив нефтепродуктов привел к загрязнению 20 тыс. м^2 морской акватории и более 7 км береговой полосы, что привело к массовой гибели водоплавающих птиц и других морских обитателей [8]. Попадание нефтепродуктов в живые организмы стало причиной возникнове-

ния проблем с органами дыхания и высокой степенью интоксикации. Также аварии происходят и на нефтепроводах, например, в 2010 г. в Якутии на 1351-ом километре нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО) из-за разрыва трубы в грунт вытекло, по различным оценкам, от 300 до 500 м^3 нефти. МЧС зафиксировало загрязнение снега и почвы на площади 20 тыс. м^2 . Все произошло во время ремонтных работ на одном из участков нефтепровода [9].

При анализе геоэкологических рисков в нефтяной промышленности нужно просчитывать все возможные виды воздействий, даже при условии не наступления аварийных ситуаций. Известно, что к наиболее распространенным загрязняющим веществам атмосферного воздуха при добыче, подготовке, переработке и транспортировке нефти и газа, а также при их сжигании, относятся углеводороды, сероводород, оксиды азота и серы, механические взвеси. Стоит отметить, что города с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью характеризуются не только наличием заводов по переработке нефти, но и предприятий по производству нефтехимической продукции. В совокупности эти предприятия становятся потенциальными источниками загрязнения объектов природной среды: в зонах влияния НПЗ и нефтехимических заводов (НХЗ) фиксируются выбросы загрязняющих веществ, сбросы производственных сточных вод, там же сосредоточены пруды-накопители сточных вод, места хранения отходов, а также многолетние скопления нефти и нефтепродуктов, которые аккумулируются в результате эксплуатационных и аварийных утечек. Производственная деятельность НПЗ и НХЗ приводит к ухудшению санитарно-гигиенического и экологического состояния окружающих их территорий. В результате функционирования этих предприятий в атмосферный воздух выбрасывается более 200 специфических веществ. К ним относятся: канцерогены – бенз(а)пирен, формальдегид, бензол, этилбензол, бутадиев-1,3, соединения хрома (VI), свинца, никеля, кадмия; не канцерогенные поллютанты – диоксиды серы и азота, оксиды углерода и азота, сероводород, предельные углеводороды ($\text{C}_1\text{-C}_{10}$), аммиак, фенол, ксилолы, толуол, изопропилбензол, ацетальдегид, меркаптаны, соединения марганца, цинка, меди, железа, магния и др. [10].

Еще одним немаловажным источником загрязнений, особенно в крупных мегаполисах, являются выхлопные газы автотранспорта. Их состав и объемы зависят от различных параметров, в том числе от углеводородного состава топлив [11]. Так, увеличение содержания ароматических углеводородов в составе автобензинов приводит к ужесточению температурного режима в двигателе. В результате повышается удельный расход топлива, растут выбросы продуктов сгорания и их токсичность. В связи с этим возникает необходимость в разработке топлив с меньшим содержанием ароматических углеводородов, что требует развития мощностей гидрокрекинга и гидроочистки в нефтеперерабатывающей отрасли. В настоящее время исследования также посвящены разработке различных видов присадок, являющихся компонентами дизельных топлив для снижения вредных выбросов в атмосферу, прежде всего окиси углерода.

В результате развития промышленного производства высокотехнологичной продукции, в том числе в нефтеперерабатывающей отрасли, человеку приходится сталкиваться с заболеваниями, причиной возникновения которых является превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе и питьевой воде. Все это способствует увеличению числа острых респираторных инфекций (особенно у детей), хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, аллергических заболеваний, ишемической болезни сердца, болезней пищеварительной и эндокринной систем, гипертонической болезни, онкологической заболеваемости (рак легких) и врожденных аномалий развития [10]. Геоэкологические риски в нефтяной промышленности связаны со всеми стадиями от разведки и добычи сырья до конечного производства и потребления продукции (рис. 3).

Аварии с загрязнением окружающей среды нефтью и нефтепродуктами происходят регулярно, поэтому является актуальным вопрос по выбору методов и мероприятий по ликвидации возникающих нефтезагрязнений.

В настоящее время существует ряд способов ликвидации подобных аварий:

1. Механический (основан на ограничении распространения нефти, путем применения специальных нефтесборных устройств и сепарационных установок – боновых заграждений и скимеров);

2. Физико-химический (основан на использовании различных материалов, которые обладают свойствами поглощать нефть, например, минеральные сорбенты и комбинированные поглотители);

3. Диспергирования (основан на использовании диспергирующих агентов, например, смесь растворителей, поверхностно активных веществ);

4. В ликвидации нефтяных разливов, в последнее время, усилился интерес к способам сжигания нефти на поверхности моря, отмелях и побережьях.

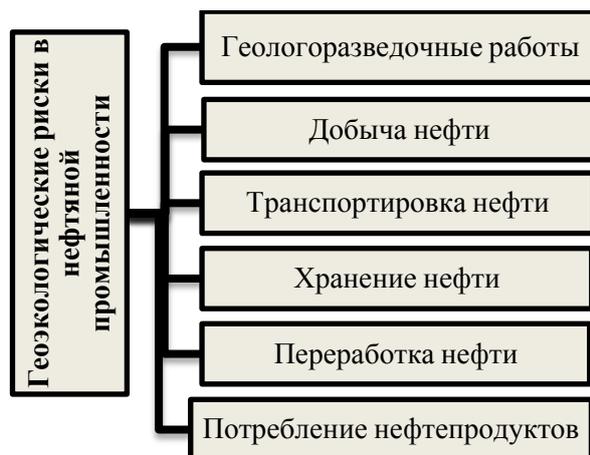


Рисунок -3 Схема геоэкологических рисков в нефтяной промышленности

Представленные подходы позволят быстро очистить пространства, которые были загрязнены нефтью и нефтепродуктами, но у этих подходов есть как преимущества, так и недостатки, которые не позволят избавиться от загрязнений полностью, а лишь сократят площадь и интенсивность воздействия [12].

Нефтяная промышленность является одной из ключевых в структуре ТЭК, а степень ее развитости позволяет говорить о благосостоянии государства. Но вместе с этим данная отрасль таит в себе большое количество опасностей и рисков, прежде всего они связаны с загрязнением окружающей среды. Неблагоприятная геоэкологическая ситуация в городах, где сосредоточены предприятия нефтяной промышленности, негативно сказывается на здоровье человека. Адекватная оценка геоэкологических рисков на этапе проведения геологоразведочных работ и последующей добыче, транспортировке, переработке, хранении и потреблении нефти и нефтепродуктов позволит сократить воздействие, как на окружающую среду, так и на здоровье человека. Повсеместное применение современных технологий на всех произ-

водственных этапах в данной отрасли позволит минимизировать риски возникновения

аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Юркевич, Н.В.** Анализ экологического баланса в арктических регионах нефтедобычи на примере НГК ЯНАО / Н.В. Юркевич, И.В. Филимонова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – С. 286-294. – Библиогр.: с. 292 (31 назв.).
2. Разлив нефти в Мексиканском заливе 22 апреля 2010 года. – Текст : электронный. – РИА Новости. – URL: <https://ria.ru/20140422/1004524045.html>. – Дата публикации: 22 апреля 2020.
3. **Щерба, В.А.** Геоэкологические проблемы утилизации отходов нефтегазовой отрасли на Крайнем Севере России / В.А. Щерба А.В. Мазаев, Д.В. Удаляя, Е.А. Абрамова, Е.Ю. Савушкина. – Текст : непосредственный // Проблемы региональной экологии. – 2020. – С. 100-106. – Библиогр.: с. 105 (16 назв.).
4. В ЯНАО из-за аварии разлилось 3 тыс. куб. м нефти. – Текст : электронный. – РБК новости. – URL: <https://www.rbc.ru/society/14/05/2021/609e85399a7947fc21bf3790>. – Дата публикации: 14 мая 2021.
5. **Никонов, А.Н.** Нефтяная промышленность как один из серьезных загрязнителей окружающей среды / А.Н. Никонов, С.О. Потапова. – Текст : непосредственный // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Область наук «Энергетика и рациональное природопользование». – 2018. – С. 666 – 673. – Библиогр.: с. 672 (14 назв.).
6. ЧП на Черном море: причины и последствия нефтеразлива под Новороссийском. – Текст : электронный. – РБК Новости. – URL: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/12/08/2021/6114bba49a7947c5641943d0>. – Дата публикации: 12 августа 2021.
7. Крупные разливы нефти и нефтепродуктов в России в 1994-2021 годах. – Текст : электронный. – РИА Новости. – URL: <https://ria.ru/20210811/razliv-1745316414.html>. – Дата публикации: 11 августа 2021.
8. Ликвидация последствий аварии танкера «Надежда» на Сахалине. – Текст : электронный. – РИА Новости. – URL: <https://ria.ru/20151130/1332509504.html>. – Дата 30 ноября 2015.
9. Якутские морозы спасли почву от нефти. – Текст : электронный. – РИА Новости. – URL: <https://ria.ru/20100121/205692727.html>. – Дата публикации: 21 января 2010.
10. **Бактыбаева, З.Б.** Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на экологическое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы) / З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин. – Текст : непосредственный // Медицина труда и экология человека. – 2018, №4. – С. 12-26. – Библиогр.: с. 21 (59 назв.).
11. **Магарил, М.Р.** Повышение экологической устойчивости автотранспорта улучшением качества топлив / М.Р. Магарил, Р.З. Магарил. – Текст : непосредственный // Нефть и газ. – 2016, №4. – С. 103-110. – Библиогр.: с. 109 (19 назв.).
12. **Федорова, А.Н.** Ликвидация последствий аварийных нефтезагрязнений / А.Н. Федорова, А.Я. Пономарев // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL:<https://scienceforum.ru/2015/article/2015016125>. – Дата обращения: 11.11.2022.