

Денисова Янина Вячеславовна, заведующая кафедрой геологии и нефтегазового дела, Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск

Дубенко Владимир Юрьевич, аспирант кафедры геологии и нефтегазового дела, Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск

Денисов Никита Евгеньевич, магистрант, Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск

Попова Яна Павловна, доцент кафедры геологии и нефтегазового дела, Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация. В статье проведен анализ основных причин аварий и инцидентов при разработке и эксплуатации шельфовых месторождений. Рассмотрены технологические, природные и человеческие факторы, приводящие к аварийным ситуациям. Особое внимание уделено ошибкам проектирования, коррозии оборудования, воздействию экстремальных погодных условий и нарушениям техники безопасности. Исследованы последствия аварий для окружающей среды и экономики, а также предложены меры по повышению надежности и безопасности эксплуатации морских месторождений. Результаты анализа могут быть использованы для совершенствования нормативной базы и разработки превентивных мер.

Annotation. The article analyzes the main causes of accidents and incidents during the development and operation of offshore fields. Technological, natural and human factors leading to emergency situations are considered. Special attention is

paid to design errors, corrosion of equipment, exposure to extreme weather conditions and safety violations. The consequences of accidents for the environment and the economy have been investigated, and measures have been proposed to improve the reliability and safety of offshore fields. The results of the analysis can be used to improve the regulatory framework and develop preventive measures

Ключевые слова: шельфовые месторождения, аварии, инциденты, безопасность, окружающая среда, экологические риски

Keywords: offshore fields, accidents, incidents, safety, environment, environmental risks

Введение. Освоение шельфовых месторождений играет важную роль в мировой энергетике, обеспечивая значительную долю добычи нефти и газа. Эти ресурсы критически важны для экономического развития многих стран, особенно в условиях растущего глобального спроса на энергоносители. Однако добыча углеводородов на морском шельфе сопряжена с высокими техническими, экологическими и эксплуатационными рисками [3, 4, 5, 11].

Крупные аварии, такие как катастрофа на платформе *Deepwater Horizon* (2010 г.) в Мексиканском заливе, взрыв на платформе *Piper Alpha* (1988 г.) и разрушение платформы «Александр Киелланд» (1983 г.) в Северном море привели к масштабным экологическим, экономическим и социальным последствиям [6]. Эти трагедии не только унесли человеческие жизни, но и нанесли колоссальный ущерб морским экосистемам, а также подорвали доверие к нефтегазовой отрасли. Подобные инциденты продемонстрировали необходимость совершенствования систем безопасности, разработки более строгих нормативных требований и внедрения передовых технологий для предотвращения аварий.

Добычу нефти и газа на шельфе Мирового океана проводят в более чем 50 странах мира. Морская добыча углеводородов составляет около 30% общемировой добычи нефти и газа. В зонах Мирового океана разрабатывается

около 350 месторождений, количество действующих нефтяных платформ – около 1,5 тыс. [10].

Российский шельф обладает огромными запасами нефти и газа, сосредоточенными в ключевых регионах, таких как Арктика, Каспийское море и Дальний Восток. Арктический шельф, включая месторождения в Баренцевом и Карском морях, считается одним из наиболее перспективных направлений для добычи углеводородов, несмотря на сложные климатические условия. По данным Роснедр на 2023 год, только в Арктике запасы оцениваются в 85 трлн м³ газа и 17 млрд т нефти [7]. Каспийский регион, в свою очередь, уже давно является важным источником нефти и газа, где активно разрабатываются такие месторождения, как «Филановское» и «Хвалыньское». Дальний Восток, включая шельф Сахалина, также играет значительную роль в энергетической стратегии России, обеспечивая поставки углеводородов как на внутренний рынок, так и в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Освоение этих ресурсов требует масштабных инвестиций и передовых технологий, их потенциал способен укрепить позиции России на мировом энергетическом рынке.

Современные вызовы, включая освоение арктического шельфа и глубоководных месторождений, требуют новых подходов к обеспечению промышленной безопасности. В связи с этим актуальными становятся исследования в области прогнозирования аварийных ситуаций, разработки автоматизированных систем мониторинга и создания эффективных методов ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Данная работа направлена на анализ существующих причин аварий на морских нефтегазовых сооружениях и поиск решений, способных минимизировать вероятность катастроф при освоении шельфовых месторождений.

Обсуждение полученных результатов. Аварии на шельфе, связанные с добычей нефти и газа, могут иметь катастрофические последствия для окружающей среды, экономики и безопасности персонала. Их причины можно

объединить в три группы: на техногенные, природные и человеческие (Таблица 1).

Таблица 1 – Факторы и причины аварий на шельфе

№	Факторы аварий на шельфе	Причины аварий на шельфе, шельфовых объектах
1	Техногенные факторы	Отказы оборудования
		Ошибки при проектировании и строительстве
		Сбои в системе контроля и автоматизации
		Нарушение технологических процессов
		Пожары и взрывы
		Столкновения судов с платформами
2	Природные факторы	Гидрометеорологические условия
		Сейсмическая активность и геодинамические процессы
		Грунтовые и геологические условия
		Коррозия и биоповреждения
		Климатические изменения
3	Человеческий фактор	Ошибки персонала
		Недостатки в обучении и подготовке
		Нарушения режима труда и отдыха
		Организационные и управленческие просчеты
		Психологические и социальные факторы
		Ошибки проектирования и инженерных решений

Техногенные причины аварий чаще связаны с неисправностями оборудования, ошибками проектирования и эксплуатации инфраструктуры. К ним относятся: отказы оборудования, ошибки при проектировании и строительстве, сбои в системе контроля и автоматизации, нарушение технологических процессов, пожары и взрывы, столкновения судов с платформами и др.

Особо опасной причиной аварий являются отказы оборудования (поломки буровых установок, трубопроводов, систем управления давлением; разгерметизация платформ и утечки углеводородов; коррозия и износ металлоконструкций из-за агрессивной морской среды и др.). Так, например, причиной катастрофы на платформе *Piper Alpha* (1988 г., Северное море),

явился отказ предохранительного клапана и ошибки в управлении оборудованием; случившийся взрыв и пожар привел к гибели 167 человек [1].

Авария на платформе *Deepwater Horizon* (2010 г., Мексиканский залив) произошла из-за отказа противовыбросового превентора (BOP), который не смог перекрыть скважину [13]. В результате крупнейшего в истории разлива нефти (около 5 млн баррелей) экосистема региона понесла катастрофический ущерб. Тысячи морских обитателей погибли, а прибрежные территории столкнулись с долгосрочным загрязнением, что привело к экономическим потерям для рыболовства и туризма. Ликвидация последствий потребовала многомиллиардных затрат и нескольких лет усилий, однако полное восстановление окружающей среды остается под вопросом. Эта трагедия стала напоминанием всему человечеству о рисках, связанных с добычей нефти на шельфе, и подчеркнула необходимость ужесточения мер безопасности в отрасли.

В результате отказа системы крепления платформы к скважине из-за шторма в 2007 году в Мексиканском заливе произошла авария на платформе *Usumacinta*, в результате которой платформа столкнулась с устьевым оборудованием, произошла разгерметизация, погибли 22 человека [12]. Инцидент на месторождении *Montara* (Австралия) в 2009 году произошел в результате неисправности противовыбросового оборудования и ошибки при цементировании скважины. Утечка нефти в течение 74 дней привела к сильнейшему загрязнению моря [16].

Эти примеры показывают как отказы критического оборудования (превенторов, систем крепления, клапанов) могут приводить к катастрофическим последствиям.

Аварии на шельфе нередко становятся следствием ошибок, допущенных на этапах проектирования и строительства морских сооружений. Недостаточный учет геологических условий, перегрузка конструкций или неверный выбор материалов могут привести к катастрофическим последствиям, таким как разрушение платформ, разрывы трубопроводов и

разливы нефти. Кроме того, нарушения технологических норм, спешка при строительстве и недостаточный контроль качества увеличивают риски [9]. Так, например, ошибки в расчетах прочности бетонных оснований платформы *Sleipner A* (Норвегия) привели к ее обрушению в 1991 г.; платформа затонула во время погружения из-за разрушения балластных отсеков [8].

Примеры крупных аварий демонстрируют, как инженерные просчеты и недооценка рисков оборачиваются экологическими и экономическими потерями. Для минимизации таких инцидентов необходимо строгое соблюдение международных стандартов, тщательный мониторинг на всех этапах реализации проектов и применение современных технологий моделирования нагрузок.

На шельфовых месторождениях системы контроля и автоматизации играют ключевую роль в обеспечении безопасности добычи углеводородов. Однако их отказы или некорректная работа могут привести к катастрофическим последствиям. Причины сбоев варьируются от программных ошибок и кибератак до износа оборудования и человеческого фактора. Особую опасность представляют задержки в передаче данных или ложные сигналы, из-за которых операторы не успевают принять меры. Усиление резервирования критических систем, регулярный аудит ПО и подготовка персонала к нештатным ситуациям способны снизить риски, но полное исключение аварий требует дальнейшего совершенствования технологий мониторинга. Примерами крупных аварий, причинами которых, стали сбои в системе контроля и автоматизации, являются следующие: авария на платформе *Deepwater Horizon*, взрыв на платформе *Piper Alpha* (отказ системы аварийного отключения).

Одной из причин аварий на шельфе является нарушение технологических процессов при добыче углеводородов. Превышение допустимых нагрузок при бурении может привести к разрушению буровых колонн и неконтролируемым выбросам. Неправильное цементирование скважин увеличивает риск газовых прорывов, что создает угрозу взрывов и

разгерметизации. Кроме того, несоблюдение регламентов обслуживания оборудования снижает его надежность и повышает вероятность отказов. Все эти факторы в совокупности способствуют возникновению аварийных ситуаций, наносящих значительный экологический и экономический ущерб. Так, взрыв на платформе *Deepwater Horizon* привел к загрязнению 1800 км побережья, массовой гибели морских животных [13]; разлив на месторождении *Montara* в 2009 г. (Австралия) из-за неправильной установки противовыбросового оборудования привели к утечке 23,5 млн литров нефти в Тиморское море, массовой гибели рыб и коралловых рифов, штрафы компании РТТЕР составили \$510 тыс., но и это было недостаточно по меркам экологического ущерба [17].

Одной из наиболее опасных причин аварий на шельфе являются пожары и взрывы, которые могут привести к катастрофическим последствиям. Основными факторами их возникновения становятся скопление легковоспламеняющихся газов из-за утечек, искрообразование при работе механизмов, а также отсутствие эффективных систем пожаротушения. Утечки углеводородов создают взрывоопасную атмосферу, а случайная искра от оборудования способна спровоцировать мгновенное возгорание. При этом недостаточная оснащенность платформ современными системами пожаротушения значительно увеличивает риски масштабных разрушений и человеческих жертв. Эти факторы требуют повышенного внимания к мерам профилактики и безопасности на *offshore*-объектах.

Столкновения судов с платформами представляют собой серьезную угрозу безопасности на шельфе и могут приводить к катастрофическим последствиям. Такие инциденты часто происходят из-за человеческого фактора, навигационных ошибок или неблагоприятных погодных условий. В результате столкновений возможны повреждения платформ, разливы нефти, пожары и даже жертвы среди персонала. Для предотвращения подобных аварий необходимо строгое соблюдение международных норм судоходства, использование современных систем мониторинга и повышение квалификации

экипажей. Усиление контроля в районе морских месторождений поможет минимизировать риски и обеспечить безопасность морских операций.

Природные факторы играют значительную роль в возникновении аварийных ситуаций на шельфе. Их влияние может быть как прямым (например, разрушение оборудования из-за шторма), так и косвенным (коррозия металлов из-за агрессивной морской среды).

Гидрометеорологические условия – одна из ключевых природных причин аварий на шельфе. Суровые погодные явления, такие как штормы, ураганы, ледовые нагрузки и сильные течения, создают экстремальные нагрузки на морские платформы, суда и подводные коммуникации. Так, например, в декабре 2011 года в Охотском море произошла авария на плавучей буровой платформе «Кольская», принадлежавшей компании «Газпром нефть шельф». Во время шторма из-за нарушения техники безопасности и недостаточной подготовки к эксплуатации в суровых условиях платформа потеряла устойчивость, опрокинулась и утонула, что привело к гибели 53 человек [2].

Резкие изменения температуры, обледенение конструкций и высокие волны увеличивают риск повреждений, что может привести к разливам нефти, разрушению инфраструктуры и даже человеческим жертвам. Аномальные волны (волны-убийцы, *rogue waves*) – внезапные гигантские волны, способные разрушить даже прочные конструкции. Недостаточный учёт гидрометеорологических рисков при проектировании и эксплуатации объектов усугубляет ситуацию, делая необходимым совершенствование систем мониторинга и прогнозирования опасных явлений.

Сейсмическая активность и геодинамические процессы являются одними из важнейших факторов, провоцирующих аварии на шельфе. Подводные землетрясения, оползни склонов и разжижение грунтов могут приводить к повреждению трубопроводов, разрушению платформ и утечкам нефти и газа. Особую опасность представляют зоны субдукции и активные разломы, где даже слабые толчки способны нарушить целостность

инфраструктуры. Кроме того, накопление напряжений в земной коре может вызывать внезапные деформации морского дна, что повышает риски для глубоководных месторождений. Учет этих факторов при проектировании и мониторинге объектов шельфа – необходимое условие для минимизации катастрофических последствий.

Грунтовые и геологические условия – одна из основных причин аварий на шельфе. Неустойчивость морского дна, включая размягченные илистые грунты и карстовые пустоты, приводит к просадкам фундаментов буровых платформ, угрожая их устойчивости. Еще одним опасным фактором является абразия и размыв дна, вызванные подводными течениями и волновой эрозией, которые постепенно ослабляют опорные конструкции. Кроме того, газонасыщенные грунты создают дополнительные риски: при бурении возможны внезапные выбросы газа, повышающие вероятность взрывов и катастрофических разрушений. Эти факторы требуют тщательного изучения и учета при проектировании и эксплуатации морских месторождений.

Морская коррозия, ускоренная агрессивной соленой водой, приводит к разрушению металлических конструкций, трубопроводов и крепежных элементов, сокращая срок их службы. Еще одной серьезной проблемой является биологическое обрастание: моллюски, водоросли и бактерии увеличивают нагрузку на конструкции и снижают эффективность работы оборудования. Особую опасность представляет микробиологически вызванная коррозия, при которой сульфатредуцирующие бактерии разрушают металл, вызывая скрытые повреждения, способные привести к внезапным отказам. Все эти факторы требуют комплексных решений для защиты морской инфраструктуры.

Глобальное потепление и связанные с ним климатические изменения становятся всё более значимым фактором риска для шельфовой инфраструктуры. Повышение уровня моря увеличивает нагрузку на береговые сооружения и нефтегазовые платформы, приводя к их преждевременному износу и разрушению. Кроме того, учащение экстремальных погодных

явлений – таких как штормы, ураганы и аномальные волны – существенно повышает вероятность аварий, повреждая оборудование и затрудняя проведение аварийно-спасательных операций. Эти факторы требуют пересмотра существующих норм безопасности и инвестиций в адаптацию шельфовых объектов к новым климатическим реалиям.

Человеческий фактор остается одной из основных причин аварий на шельфе, проявляясь на всех этапах – от проектирования до эксплуатации и управления. Ошибки персонала включают нарушение регламентов, неправильные действия в аварийных ситуациях (например, несвоевременное отключение оборудования), а также снижение концентрации из-за усталости, стресса или недостаточной квалификации. Серьезную проблему представляют недостатки в обучении: неэффективные программы тренировок, отсутствие регулярных проверок знаний и слабая отработка действий в нештатных ситуациях. Не менее важны нарушения режима труда и отдыха – длительные смены и несоблюдение норм ведут к переутомлению персонала, увеличивая риск ошибок. Организационные просчеты, такие как недооценка рисков, давление сроков и неэффективный анализ инцидентов, также способствуют аварийности. В декабре 2011 года в Охотском море произошла авария на плавучей буровой платформе «Кольская». Во время шторма из-за нарушения техники безопасности и недостаточной подготовки к эксплуатации в суровых условиях платформа потеряла устойчивость, опрокинулась и утонула, что привело к гибели 53 человек [2].

Дополнительными факторами становятся психологические и социальные аспекты: конфликты в коллективе, языковые барьеры в интернациональных командах и, в редких случаях, употребление алкоголя или наркотиков. Наконец, ошибки проектирования, связанные с недостаточной экспертизой или игнорированием человеческого фактора при создании интерфейсов, также повышают риски. Устранение этих проблем требует комплексного подхода, включающего улучшение подготовки персонала, оптимизацию управления и совершенствование технических решений.

Реальные примеры подтверждают, что ошибки персонала, недостатки в обучении и организационные просчеты могут приводить к катастрофическим последствиям. Например, авария на платформе *Deepwater Horizon* (2010 г.) произошла из-за цепочки ошибок: персонал неправильно интерпретировал данные о давлении, проигнорировал признаки газового выброса, а система управления не была готова к аварийному отключению. Другой случай – взрыв на платформе *Piper Alpha* (1988 г.) – был связан с нарушением регламентов: техперсонал не проверил состояние клапанов перед запуском оборудования, что привело к утечке газа и катастрофе. Усталость и переработки также сыграли роль в инциденте на месторождении Усинское (1994 г.), где из-за ошибки оператора, работавшего в условиях крайней усталости, произошел разлив нефти. Языковой барьер осложнил ликвидацию аварии на платформе *Gullfaks C* (2010 г.), где интернациональная команда не смогла оперативно скоординировать действия. Эти примеры показывают, что даже на современных объектах недостаточная подготовка, нарушение режима труда и недооценка рисков продолжают угрожать безопасности.

Для предотвращения аварий на шельфе необходимо разработать комплекс мер, направленных на снижение рисков аварий и инцидентов. Ключевыми шагами должны стать усиление контроля за соблюдением экологических и промышленных стандартов, внедрение современных технологий мониторинга оборудования, а также регулярное обучение персонала действиям в аварийных ситуациях. Кроме того, важно совершенствовать системы прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций, включая использование автоматизированных датчиков и систем раннего оповещения, систем дистанционного мониторинга. Только комплексный подход позволит минимизировать риски и обеспечить безопасность шельфовых объектов.

Современные нефтегазовые компании активно внедряют комплексные меры для минимизации аварий на шельфе. Например, стандарт ГОСТ Р ИСО 14001-2016 помогают систематизировать экологический менеджмент, как это

сделано на платформе «Приразломная», где внедрение этих норм снизило количество инцидентов. Цифровые технологии, такие как мониторинг в реальном времени (датчики давления и температуры на платформе «Лунская-А» и системы прогнозирования аварий, позволяют оперативно реагировать на угрозы. Важную роль играет подготовка персонала: в учебном центре «Сахалин-1» используются тренажеры виртуальной реальности, а регулярные учения отрабатывают действия при чрезвычайных ситуациях. Кроме того, резервирование критических систем, как на платформе «Пильтун-Астохская-Б», где дублируются линии электропитания и аварийные клапаны, повышает надежность объектов. Эти меры в совокупности снижают риски и повышают безопасность морской добычи.

Заключение. Проведенный анализ подтвердил, что основными причинами аварий на шельфе являются сочетание техногенных, природных и человеческих факторов. Для обеспечения надежности и безопасности эксплуатации морских месторождений необходимо внедрение комплексных мер, включающих современные технологии, строгий контроль и профилактику аварийных ситуаций. Ключевыми направлениями являются: модернизация оборудования с применением коррозионностойких материалов, внедрение систем автоматического мониторинга давления, температуры и целостности трубопроводов, а также использование подводных роботов для диагностики и ремонта. Важную роль играет регулярное обучение персонала, отработка действий при ЧС и соблюдение международных стандартов. Кроме того, необходимо усиление экологического контроля, включая мониторинг состояния морской среды и разработку планов ликвидации возможных разливов нефти. Эти меры позволяют минимизировать риски, продлить срок службы месторождений и снизить негативное воздействие на экосистему. Для снижения рисков и предотвращения аварийных ситуаций необходимо комплексное внедрение современных систем управления безопасностью, а также постоянное повышение производственной культуры. Только такой

подход позволит обеспечить устойчивую и безопасную работу в условиях шельфовой добычи.

Список литературы

1. 6 июля 1988 года: Катастрофа Piper Alpha. [Интернет ресурс]. Режим доступа: // <https://www.maritime-executive.com/article/july-6-1988-the-piper-alpha-disaster> (дата обращения: 20.07.2025).
2. Авария на плавучей буровой платформе «Кольская» в Охотском море в 2011 году. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20170503/1493612941.html?ysclid=mdatsqr912432064432> (дата обращения: 20.07.2025).
3. Акчурин Л. И., Малашенков Б. М. Экологические риски освоения нефтегазовых месторождений арктического шельфа российской Федерации: подходы и решения // Инновации и инвестиции. 2019. №2. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-riski-osvoeniya-neftegazovyh-mestorozhdeniy-arkticheskogo-shelfa-rossiyskoy-federatsii-podhody-i-resheniya> (дата обращения: 19.07.2025).
4. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В., Кишанков А.В., Корниенко С.Г., Никонов Р.А., Сизов О.С. Повышение эффективности и экологической безопасности освоения нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли в условиях меняющегося климата // Актуальные проблемы нефти и газа. 2023. Вып. 3(42). С. 235–263.
5. Богоявленский В.И. Природные и техногенные проблемы освоения месторождений углеводородов в Арктике и Мировом океане // Фазовые превращения в углеводородных флюидах: теория и эксперимент. Тезисы докладов Международной научной конференции. Москва, 2016. С. 10-11.

6. Богоявленский В.И. Чрезвычайные ситуации при освоении ресурсов нефти и газа в Арктике и Мировом океане // Арктика: экология и экономика. 2014. №4(16). С. 48-59.
7. Добыча нефти и газа на шельфе России: обзор действующих проектов // [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://nprom.online/popular/dobichanyeftee-ee-gaza-na-shyelfye-rosseeee-obzor-dyeyistvuyusheeh-proyektov/> (дата обращения: 20.07.2025).
8. Кузнецов М.А., Севастьянова К.К., Нехаев С.А., Беляев П.В., Тарасов П.А. Проблемы обустройства морских месторождений российской Арктики // Научно-технический Вестник ОАО «НК «Роснефть». №3. 2011. С. 18-24.
9. Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России. 2011. 300 с.
10. Морская добыча нефти и газа. Большая российская энциклопедия // bigenc.ru/c/morskaia-dobycha-nefti-i-gaza-69edb2
11. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. М.: Издательство ВНИРО. 2017. 247 с. Режим доступа: https://www.gubkin.ru/faculty/geology_and_geophysics/chairs_and_departments/kafedra-geoekologii/methodological-materials/neft_i_eko_kont_shalf_t1.pdf (дата обращения: 20.07.2025).
12. Происшествие в Усумасите. [Интернет ресурс]. Режим доступа: https://ru.qaz.wiki/wiki/Kab_101 (дата обращения: 20.07.2025).
13. Разлив нефти в Мексиканском заливе 22 апреля 2010 года. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20250422/neft-2012544974.html> (дата обращения: 20.07.2025).
14. Соромотин А. В. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов. Ликвидация последствий разливов // ИАСЖ. 2021. №1. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/avariynye-razlivy-nefti-i->

- [nefteproduktov-likvidatsiya-posledstviy-razlivov](#) (дата обращения: 20.07.2025).
15. Янкевский А.В., Ганченко Д.Д., Чернеева Е.В., Щерба В.А. Экологические проблемы добычи нефти и газа на шельфе Мирового океана // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Том 9. №6. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/45TVN617.pdf> (дата обращения: 20.07.2025).
 16. Akhmetov Radmir Rustemovich, Krainov Sergei Alexeevich Montara (Australia) offshore station drilling catastrophe analysis and problems solving merits // Проблемы Науки. 2017. №34 (116). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/montara-australia-offshore-station-drilling-catastrophy-analysis-and-problems-solving-merits> (дата обращения: 20.07.2025).
 17. Spies, R.B., Mukhtasor, M. & Burns, K.A. The Montara Oil Spill: A 2009 Well Blowout in the Timor Sea. Arch Environ Contam Toxicol 73, 55–62 (2017). [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s00244-016-0356-7> (дата обращения: 20.07.2025).

References

1. July 6, 1988: Piper Alpha disaster. [Online resource]. Access mode: // <https://www.maritime-executive.com/article/july-6-1988-the-piper-alpha-disaster> (date of reference: 07/20/2025).
2. Accident on the Kolskaya floating drilling platform in the Sea of Okhotsk in 2011. [Online resource]. Access mode: <https://ria.ru/20170503/1493612941.html> ?ysclid=mdatsqr912432064432 (accessed: 07/20/2025).
3. Akchurin L. I., Malashenkov B. M. Environmental risks of developing oil and gas fields on the Arctic shelf of the Russian Federation: approaches and solutions // Innovation and investment. 2019. No. 2. [Online resource]. Access

mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-riski-osvoeniya-neftegazovyh-mestorozhdeniy-arkticheskogo-shelfa-rossiyskoy-federatsii-podhody-i-resheniya> (date of request: 07/19/2025).

4. Bogoyavlensky V.I., Bogoyavlensky I.V., Kishankov A.V., Kornienko S.G., Nikonov R.A., Sizov O.S. Improving the efficiency and environmental safety of developing oil and gas resources in the Arctic and subarctic zones of the Earth in a changing climate // Actual problems of oil and gas. 2023. Issue 3(42). pp. 235-263.
5. Bogoyavlensky V.I. Natural and man-made problems of the development of hydrocarbon deposits in the Arctic and the World Ocean // Phase transformations in hydrocarbon fluids: theory and experiment. Abstracts of reports of the International Scientific Conference. Moscow, 2016. pp. 10-11.
6. Bogoyavlensky V.I. Emergency situations in the development of oil and gas resources in the Arctic and the World Ocean // Arctic: ecology and economics. 2014. No. 4(16). pp. 48-59.
7. Oil and gas production on the Russian shelf: review of existing projects // [Online resource]. Access mode: <https://nprom.online/popular/dobichanyeftee-ee-gaza-na-shyelfye-rosseeee-obzor-dyeyistvuyusheeh-proyektov> / (date of access: 07/20/2025).
8. Kuznetsov M.A., Sevastyanova K.K., Nekhaev S.A., Belyaev P.V., Tarasov P.A. Problems of development of offshore fields of the Russian Arctic // Scientific and Technical Bulletin of OAO NK Rosneft. №3. 2011. pp. 18-24.
9. Molchanov V.P., Akimov V.A., Sokolov Yu.I. Risks of emergency situations in the Arctic zone of the Russian Federation. Moscow: All-Russian Scientific Research Institute on Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 2011. 300 p.
10. Offshore oil and gas production. The Great Russian Encyclopedia // bigenc.ru/c/morskaia-dobycha-nefti-i-gaza-69edb2
11. Patin S.A. Oil and ecology of the continental shelf. Moscow: VNIRO Publishing House. 2017. 247 p. Access mode:

- https://www.gubkin.ru/faculty/geology_and_geophysics/chairs_and_departments/kafedra-geoekologii/methodological-materials/neft_i_eko_kont_shalf_t1.pdf (date of request: 07/20/2025).
12. The incident in Usumasita. [Online resource]. Access mode: https://ru.qaz.wiki/wiki/Kab_101 (accessed: 07/20/2025).
 13. Oil spill in the Gulf of Mexico on April 22, 2010. [Online resource]. Access mode: <https://ria.ru/20250422/neft-2012544974.html> (date of request: 07/20/2025).
 14. Soromotin A.V. Emergency oil and petroleum product spills. Spill response // IACJ. 2021. No. 1. [Online resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/avariynye-razlivy-nefti-i-nefteproduktov-likvidatsiya-posledstviy-razlivov> (date of reference: 07/20/2025).
 15. Yankevsky A.V., Ganchenko D.D., Cherneeva E.V., Shcherba V.A. Environmental problems of oil and gas production on the World Ocean shelf // Online journal "NAUKOVEDENIE". 2017. Volume 9. No. 6. [Online resource]. Access mode: <https://naukovedenie.ru/PDF/45TVN617.pdf> (date of request: 07/20/2025).
 16. Akhmetov Radmir Rustemovich, Krainov Sergei Alexeevich Montara (Australia) offshore station drilling catastrophe analysis and problems solving merits // Problems of Science. 2017. No.34 (116). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/montara-australia-offshore-station-drilling-catastrophy-analysis-and-problems-solving-merits> (date of request: 07/20/2025).
 17. Spies, R.B., Mukhtasor, M. & Burns, K.A. The Montara Oil Spill: A 2009 Well Blowout in the Timor Sea. Arch Environ Contam Toxicol 73, 55–62 (2017). [Online resource]. Access mode: <https://doi.org/10.1007/s00244-016-0356-7> (date of request: 07/20/2025).