

УДК 553.04: 911.2

UDC 553.04: 911.2

08.00.00 Экономические науки

Economic sciences

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:
ПОДЗЕМНЫЕ БЕЗОБОЛОЧЕЧНЫЕ
РЕЗЕРВУАРЫ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ
ГРУНТАХ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ
БУРЕНИЯ****ECOLOGICAL SAFETY: UNDERGROUND
NON-ENVELOPED TANKS IN PERMAFROST
FOR WASTE DISPOSAL DRILLING**

Орлов Александр Иванович
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 4342-4994
*Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005,
Москва, 2-я Бауманская ул., 5, prof-orlov@mail.ru*

Orlov Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,
professor
*Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russia*

Гаврилова Виктория Дмитриевна
Магистрант
РИНЦ SPIN-код: 9361-6078
*Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005,
Москва, 2-я Бауманская ул., 5,
gavrilovavd@gmail.com*

Gavrilova Victoria Dmitrievna
Student (master)
*Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russia*

Актуальность экологических проблем была осознана примерно 50 лет назад. Пиком экологического движения в защиту окружающей среды была, по нашей оценке, Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), на которой была принята концепция устойчивого развития. Затем интерес широких масс к экологии несколько стих, хотя сами экологические проблемы не только остались, но и проявились в большей мере. Однако уже есть правовая база для их решения. В частности, предприятия должны иметь сертифицированную систему экологического менеджмента, иначе на международных рынках они будут неконкурентоспособными. Осознание человечеством необходимости защиты окружающей среды привело, в частности, к развертыванию научных исследований в области экологической безопасности. Поэтому мы сочли необходимым и полезным рассказать о работах нашего коллектива по этой тематике. Проблемы обеспечения экологической безопасности весьма актуальны для топливно-энергетической отрасли, в частности, для газодобывающих предприятий. В качестве примера нового научного результата рассматриваем инновационный подход к захоронению отходов бурения. Его основная идея - использование подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения. Вечная мерзлота обычно отрицательно влияет на хозяйственное развитие, однако в рассматриваемой ситуации она оказывается определяющим положительным фактором, давая возможность снижать издержки по обеспечению экологической безопасности и,

The actuality of ecological issues was realized about 50 years ago. The highlight of the ecological movement to protect the environment has been, in our estimation, the United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 1992), which adopted the concept of sustainable development. After 1992 the interest in ecology of broad masses was decreased slightly, although the environmental problems are not only remained, but appeared to a greater extent. However, now there is a legal basis for their decisions. Particularly, enterprises must have a certified environmental management system; otherwise they will be unable to compete in international markets. Awareness by humanity of need for environmental protection has led, in particular, to the deployment of scientific research in the field of ecological safety studies. Therefore, we have found that it is necessary and useful to report about the research of our team on this subject. Ecological security issues are highly relevant to the energy sector, in particular for gas enterprises. As an example of the new scientific results we discuss the innovative approach to the disposal of drilling waste. The basic idea - the use of underground non-enveloped tanks in permafrost soil for disposal of drilling waste. Permafrost is typically a negative impact on economic development, but in this situation it is the determining factor for a positive role, enabling lower costs to ensure ecological safety and, consequently, improve the competitiveness of domestic enterprises in the global gas market. This article is devoted to methods of dumping drilling waste and the problems that arise in their burial place. We discuss various methods of waste disposal, their advantages and

следовательно, повышать конкурентоспособность отечественных предприятий на мировом газовом рынке. Настоящая статья посвящена методам захоронения отходов бурения и проблемам, которые возникают при их захоронении. Рассмотрены различные способы захоронения отходов, их преимущества и недостатки, а также влияние на окружающую среду

disadvantages, as well as the impact on the environment

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ДОБЫЧА ГАЗА, СКВАЖИНЫ, ОТХОДЫ БУРЕНИЯ, БЕЗОБОЛОЧЕЧНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ, МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ, ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ

Keywords: ECOLOGY, SAFETY, GAS PRODUCTION, WELLS, DRILLING WASTE, NON-ENVELOPED TANKS, PERMAFROST, ECONOMICS, MANAGEMENT

1. Введение

Актуальность экологических проблем была осознана примерно 50 лет назад. Пиком экологического движения в защиту окружающей среды была, по нашей оценке, Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), на которой была принята концепция устойчивого развития. Затем интерес широких масс к экологии несколько стих, хотя сами экологические проблемы не только остались, но и проявились в большей мере. Однако уже есть правовая база для их решения. В частности, предприятия должны иметь сертифицированную систему экологического менеджмента, иначе на международных рынках они будут неконкурентоспособными.

Осознание человечеством необходимости защиты окружающей среды привело, в частности, к развертыванию научных исследований в области экологической безопасности. Поэтому мы сочли необходимым и полезным рассказать о работах нашего коллектива по этой тематике.

Проблемы обеспечения экологической безопасности весьма актуальны для топливно-энергетической отрасли, в частности, для газодобывающих предприятий. В качестве примера нового научного результата рассматриваем инновационный подход к захоронению отходов бурения. Его основная идея - использование подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов

бурения. Вечная мерзлота обычно отрицательно влияет на хозяйственное развитие, однако в рассматриваемой ситуации она оказывается определяющим положительным фактором, давая возможность снижать издержки по обеспечению экологической безопасности и, следовательно, повышать конкурентоспособность отечественных предприятий на мировом газовом рынке.

2. О некоторых работах по экологической безопасности

Настоящая статья продолжает наши работы по экологической тематике, которые целесообразно иметь в виду при рассмотрении полученных в данной статье результатов. Информацию о наших работах начнем с книжных изданий. С середины 90-х годов старший из авторов по предложению проф. В.Г. Горского участвовал в работах по уничтожению химического оружия, химической безопасности биосферы, экологическому страхованию. Было вполне естественно научные исследования дополнить работой со студентами, и в 1996 - 2007 гг. А.И. Орлов преподавал экологические дисциплины на кафедре «Экология и право» МГИЭМ (ту) - Московского государственного института электроники и математики (технического университета). Коллективом сотрудников кафедры подготовлен ряд учебников и учебных пособий по экологической тематике [1 - 3]. В эти издания был включен новый материал, полученный в результате наших исследований, - использование статистического контроля при экологическом мониторинге и основы экологического страхования.

В начале следующего тысячелетия работы вышли за стены МГИЭМ (ту). В МГТУ им. Н.Э. Баумана читался курс «Экология и инвестиционная деятельность предприятия» (ф-т «Инженерный бизнес и менеджмент» и Межотраслевой институт повышения квалификации кадров по новым направлениям развития техники и технологии). Вместе с проф. В.Н.

Федосеевым (каф. ИБМ-4 «Менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана) и др.мы подготовили учебное пособие по управлению промышленной и экологической безопасностью для Университета Российской академии образования, вышедшее двумя изданиями [4, 5].

Предварительным результатом научно-методической работы по экологической тематике является учебное пособие [6], в котором автором настоящей статьи написана примерно половина текста. Оно рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию для подготовки студентов по специальности «Безопасность жизнедеятельности». Этот гриф может ввести в заблуждение. На самом деле книгу можно рекомендовать будущим менеджерам промышленных предприятий, в частности, студентам факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана. В то же время в учебный план студентов по специальности «Безопасность жизнедеятельности» эта книга вписывается слабо, ибо в этой специальности сложилось иное распределение материала по учебным дисциплинам. В эту книгу вошло электронное учебное пособие «Проблемы управления экологической безопасностью», представленное на нашем сайте «Высокие статистические технологии» [7].

В 2012 г. мы обсуждали возможные прикладные работы по экологической тематике с сотрудниками ОАО "Российские железные дороги" (возможность не реализовалась). Эти обсуждения послужили стимулом к подведению предварительных итогов моих работ в области экологии в виде книги [8]. В частности, эта книга полностью покрывает содержание моих разделов в указанных выше учебниках и учебных пособиях, имеется в Интернете, однако менее доступна читателю в бумажном варианте. Она размещена на персональной странице А.И. Орлова на сайте МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/>.

Перейдем к научным работам по экологической тематике. На ряде международных и всероссийских конференций был представлен ряд докладов от имени большого научного коллектива под руководством проф. В.Г. Горского, посвященных проблемам экологического страхования и обеспечения безопасности больших химических систем [9 - 12]. Итоги наших работ по экологическому страхованию подведены в статьях [13, 14].

Экспертные оценки широко применяются при решении экологических задач. Достаточно сослаться на Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об экологической экспертизе". Под нашим руководством велись работы по разработке экспертных методов, в том числе по созданию автоматизированного рабочего места "Математика в экспертизе" (АРМ МАТЭК), а также по методическому обеспечению применения этих методов при решении задач экологического страхования и обеспечения химической безопасности [15, 16]. Совместно с В.Г. Горским был разработан новый метод экспертных оценок – метод согласования кластеризованных ранжировок. Необходимость его создания была выявлена при проработке проблем развития исследований в области экологического страхования и обеспечения химической безопасности. Математическое и программное обеспечение нового метода разработал А.А. Гриценко [17 - 20].

Рискам в экологии посвящен ряд работ. Концепция экологического риска – центральная тема доклада [21]. Управление экологическими рисками основано на использовании математических моделей, как показано в [22, 23]. Ряд новых результатов в области оценки, анализа и управления риском, в том числе в связи с задачами управления экологической безопасностью, получен в принципиально важной для общей теории риска статье [24]. Крайние по времени доклады по проблемам экологической безопасности сделаны на международных конференциях в 2012 - 2013 гг. [25, 26]. Дальнейшее развитие

теоретических и практических работ в области оценки, анализа и управления экологическими рисками происходило в ходе разработки нами общей теории риска [27 - 29].

Изучались и другие проблемы, относящиеся к экологии. Вопросы использования информационных технологий при обучении экологическим дисциплинам рассмотрены в докладе [30]. Растущее значение экологии в социально-экономическом устройстве общества XXI века обосновано в статье [31]. Проблемы, связанные с ратификацией Киотского договора, проанализированы в работе [32]. Социально-экологические вопросы управления в современной экономике изучены в принципиально важных статьях [33, 34].

Нами разработаны и реализованы при преподавании 6 рабочих учебных программ по экологическим дисциплинам для трех вузов: МГИЭМ (ту), МГТУ им. Н.Э. Баумана, Академии народного хозяйства при Правительстве РФ [35].

3. Обеспечение экологической безопасности при добыче природного газа

Рассмотрим конкретную проблему обеспечения экологической безопасности в топливно-энергетической отрасли.

В настоящее время добыча, транспортировка и продажа природного газа весьма важны для нашей страны. Доходы от этой деятельности являются одной из основных статей доходов России. Поэтому освоение и развитие месторождений является одной из стратегических задач государства.

При бурении новых скважин возникает проблема, как захоронить отходы от бурения так, чтобы оказать минимальное воздействие на окружающую среду, при этом не увеличивая стоимость строительства и эксплуатации необходимых для этого объектов.

Для решения этой двухкритериальной задачи на полуострове Ямал в ООО «Газпром Добыча Надым» впервые в практике ОАО «Газпром» разработана и внедрена инновационная технология строительства и эксплуатации подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах.

Природный газ – полезное ископаемое. Его добычей занимается ряд ведущих стран мира. Далеко не у каждой страны есть газовые месторождения на их территории. Следует заметить, что Россия обладает внушительными запасами природного газа, большая часть которых расположена на полуострове Ямал. В данной местности находятся выявленные и подготовленные к освоению месторождения, которые являются уникальными и одними из самых крупных в мире.

В табл. 1 представлены сведения о самых крупных месторождениях газа в мире [36].

Таблица 1. Крупнейшие месторождения природного газа в мире

Месторождение	Государство	Запасы, млрд. куб. м
Южный Парс/ Северное	Иран/Катар	13450
Уренгойское	Россия	10200
Хейнсвиль	США	7079
Южный Иолотань	Туркмения	7000
Ямбургское	Россия	5242
Маркеллус	США	4452
Бованенковское	Россия	4400

По данным, представленным в табл. 1, видно, что в семерку крупнейших газовых месторождений мира входят три месторождения, расположенные в России на территории полуострова Ямал.

Сырьевые ресурсы региона столь значительны, что это только часть

запасов газа, относящаяся на сегодняшний день к категории достоверных, позволяет планировать увеличение объемов добычи газа до 210 - 360 млрд. м³ в год. Следует отметить, что на данный момент Россия занимает второе место по добыче природного газа в мире, незначительно уступая первенство США [37].

В табл.2 представлены прогнозируемые объемы добычи природного газа на Ямале, с учетом энергетической стратегии России до 2030 года, в которой сказано: «К 2030 году Уральский федеральный округ сохранит за собой позиции главного нефте- и газодобывающего района России, поставляющего энергоносители в энергодефицитные районы страны и на экспорт. Возрастет энергоэффективность экономики региона, будет реализован потенциал энергосбережения, использованы экологически безопасные и эффективные способы добычи и производства энергоресурсов в сложных природно-климатических условиях» [38].

Таблица 2. Прогнозные объемы добычи природного газа
на полуострове Ямал

Год	2015	2020	2025	2030
Добыча газа, млрд м ³	75-115	135-175	200-250	310-360

Опираясь на информацию, представленную выше, можем точно сказать, что Россия занимает очень важное место в мировом рынке добычи газа, а добыча газа на полуострове Ямал является развивающимся промыслом, который способствует освоению большего количества территорий, открытию новых месторождений.

4. Проблемы и способы захоронения отходов бурения

Отходы бурения представляют собой очень сложные в физико-химическом отношении смеси различных веществ. Количество и физико-

химический состав отходов зависит от геолого-технологических условий бурения скважин.

В настоящее время процесс сооружения скважин сопровождается применением химических реагентов и материалов, в различной степени опасных для окружающей среды. В буровой раствор, используемый при бурении скважин, добавляют самые разные химические реагенты. Например, некоторые из них способствуют понижению водоотдачи пласта, другие – снижают вязкость раствора. Так же используют поглотители сероводорода и стабилизаторы pH. Все это может достаточно негативно отразиться на экологической обстановке региона.

Наибольшую опасность несут в себе производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В их составе присутствуют спектр загрязнителей минеральной и органической природы, используемых для приготовления бурового раствора [39, с.10, 42]. Классификация возможных методов захоронения отходов, используемая в ООО «Газпром геотехнологии», представлена в табл. 3.

Таблица 3.Классификация технологий переработки отходов бурения

Метод	Основной квалификационный признак
1. Термический	Сжигание в открытых амбарах, печах различных типов.
2. Физический	Захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением, замораживание.
3. Химический	Экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением неорганических и органических добавок
4. Физико-механический	Применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании.
5. Биологический	Микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение

Столь разнообразное количество методов переработки и захоронения отходов бурения не всегда подходит для всех регионов добычи газа, и необходимо обращать внимания на особенности той или иной территории, где расположены месторождения. В нашем случае, одним из основных факторов, на который обращают внимание, при разработке мероприятий по захоронению отходов бурения, является наличие многолетнемерзлых грунтов на полуострове Ямал, которые создают дополнительные сложности при освоении территорий, но в тоже время они могут дать возможность эффективно использовать их в хозяйственной деятельности. Общий объем отходов бурения, запланированный на месторождениях Ямала на ближайшие 10 лет, составляет около 1,5 млн м³. Поэтому

захоронение отходов является одной из важнейших технологических задач, при освоении новых месторождений и бурении новых скважин [39].

ООО «Газпром добыча Надым» занимается разработкой и внедрением технологии строительства и эксплуатации подземных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения. Эти технологии предполагается использовать в первую очередь на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении, освоение которого ведется в настоящее время.

Одним из достоинств данного метода является минимизация воздействия на окружающую среду.

Строительство и эксплуатация подземного резервуара для захоронения буровых отходов не приведет к необратимым изменениям исходного состояния грунтов территории строительства, которые сопровождаются активизацией негативных разрушительных процессов. Изменение температуры многолетнемерзлых грунтов в зоне влияния не прогнозируется.

Строительство подземного резервуара будет вестись на заранее подготовленной площадке, что исключает механическое воздействие на почвенный покров прилегающих территорий. Химическое загрязнение, связанное с выбросами в атмосферу, при работе строительной техники, является кратковременным и не приведет к загрязнению почв за пределами площадки строительства.

Площадка под строительство подземного резервуара находится за пределами водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов.

В штатном режиме строительства поступление загрязнителей на поверхность почв и грунтов и в воды сезонно-талого слоя исключено, так как предусмотрена их надежная изоляция от окружающей природной среды с последующим вывозом или захоронением. Сброс сточных вод на

рельеф или в водные объекты не планируется. Принятые технические решения позволят исключить загрязнение поверхностных вод в аварийных ситуациях.

При соблюдении предусмотренных проектом организационных, технических и природоохранных мероприятий, эксплуатация подземного резервуара не повлияет на несущую способность грунтов, вмещающих подземную выработку, их деформационные и прочностные свойства, не приведет к появлению и развитию необратимых негативных экзогенных процессов, а также к деградации почвенного покрова прилегающих к строительной площадке территорий.

Подземные резервуары предназначены для захоронения отходов бурения, образующихся при бурении скважин в районе базы бурения Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения.

Подземный резервуар сооружается в центральной части площадки подземного резервуара в многолетнемерзлых песчаных породах, в интервале глубин 36 - 64 м от поверхности. Полезный объем подземного резервуара от 2 до 5 тыс. м³. Покрывающими породами для подземного резервуара являются многолетнемерзлые суглинки и глины.

После завершения строительства, испытаний и удаления воды из подземного резервуара, в нем производится захоронение твердых и жидких отходов бурения, образующихся в результате бурения наблюдательной и поглощающих скважин.

Твердые буровые отходы, поступающие из буровой установки, загружаются в бункеры и с помощью бульдозера перемещаются на расстояние до 250 м к подземному резервуару, в который и выгружаются с использованием шнекового выгрузателя через технологическую скважину диаметром 350 мм. Для облегчения выгрузки бурового шлама используется передвижная парогенераторная установка, с помощью которой производится оттаивание шлама в холодный период.

Жидкие буровые отходы от буровой установки вывозятся и размещаются в подземном резервуаре с помощью автоцистерны.

В состав комплекса для захоронения буровых отходов входят:

1. Подземный резервуар, бульдозер;
2. Бункеры передвижные со шнековыми выгрузателями;
3. Передвижная парогенераторная установка;
4. Автоцистерна для вывоза жидких буровых отходов.

После захоронения буровых отходов подземный резервуар будет заполнен на объем не более 70%. В дальнейшем подземный резервуар консервируется.

Для сравнения рассмотрим уже используемый вариант захоронения отходов бурения, а именно, метод отдельного захоронения твердой и жидкой фазы отходов бурения, в котором жидкую фазу отходов (отработанный буровой раствор и буровые сточные воды) вывозятся автоцистернами в цех нейтрализации отработанных буровых растворов, на котором проходят очистку до осветленной технической воды, затем вторично используются для приготовления бурового раствора или подлежат переработке на установке «Лёдиго». Извлеченная при переработке твердая фаза вывозится спецавтотранспортом на полигон

Для использования данного метода необходимы следующие объекты:

1. Полигон, размещенный на территории карьера, площадь участка складирования отходов составляет около 16 га.
2. Цех нейтрализации обработанного бурового раствора, который предназначен для приема, переработки и нейтрализации отработанного раствора, используемого в технологии бурения, что позволяет сократить объемы размещения отходов.
3. Установка «Лёдиго», позволяющая осуществлять переработку буровых отходов после цеха нейтрализации в капсульный материал,

пригодный для использования при проведении общестроительных работ (отсыпки производственных площадок).

На основе вышеприведенных данных были выявлены преимущества и недостатки безоболочечных резервуаров, по отношению к методу отдельного захоронения отходов, которые представлены в табл. 4.

Таблица 4. Преимущества и недостатки подземных безоболочечные резервуаров

Преимущества	Недостатки
<p>1. Экологическая безопасность. Отходы гарантированно локализируются в пределах хранилища, что обеспечивается низкой проницаемостью многолетнемерзлых пород;</p> <p>2. Простота технологии строительства подземных резервуаров, снижение удельной себестоимости захоронения отходов;</p> <p>3. Простота технологии утилизации отходов. Отсутствие необходимости их специальной подготовки к утилизации;</p> <p>4. Возможность максимального приближения мест захоронения отходов к месту их образования</p> <p>5. Резерв для других способов захоронения отходов. При поломке цеха нейтрализации или при капитальном ремонте, подземные резервуары являются резервным способом захоронения отходов.</p>	<p>1. Не происходит процесса переработки и вторичного использования отходов бурения и растворов</p> <p>2. Необходимо наличие многолетнемерзлых пород</p>

Следует отметить, что немаловажным преимуществом подземных безоболочечных резервуаров является значительное уменьшение стоимости строительства и снижение затрат на эксплуатацию более чем на 30 процентов [39].

5. Заключение

Добыча природного газа в мире увеличивается с каждым годом. Три из семи крупнейших месторождений в мире расположены на территории полуострова Ямал. На основе имеющихся природных возможностей специалисты топливно-энергетической отрасли прогнозируют, что объемы добычи газа на полуострове Ямал к 2030 году увеличатся в 3 раза. Происходит освоение новых месторождений, где необходимо решать проблему захоронения отходов бурения. Новый метод захоронения отходов бурения, а именно, подземные безоболочечные резервуары значительно уменьшают воздействие на экологическую ситуацию в регионе, более просты в эксплуатации и позволяют уменьшить затраты на строительство комплексов по захоронению отходов бурения. Наличие многолетнемерзлых грунтов является в рассматриваемой отрасли конкурентным преимуществом России.

Литература

1. Экология. Учебное пособие / Боголюбов С.А., Орлов А.И. и др. - М.: Знание, 1999. - 288 с.
2. Управление качеством окружающей среды. 1 том. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Управление качеством» / Боголюбов С.А., Орлов А.И. и др. - М., Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 2000. – 283 с.
3. Системы экологического управления: Учебник / Боголюбов С.А., Орлов А.И. и др. – М.: «Европейский центр по качеству», 2002. – 224 с.
4. Федосеев В.Н., Орлов А.И., Ларионов В.Г., Козьяков А.Ф. Управление промышленной и экологической безопасностью: Учебное пособие. - М.: Изд-во УРАО, 2002. – 220 с.

5. Федосеев В.Н., Орлов А.И., Ларионов В.Г., Козьяков А.Ф. Управление промышленной и экологической безопасностью: Учебное пособие. 2-е издание. - М.: Изд-во УРАО, 2003. – 220 с.
6. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с.
7. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Учебное пособие. Второе электронное издание, исправленное и дополненное. - М.: 2002. [Электронный ресурс]. URL: <http://orlovs.pp.ru/ecol.php> (дата обращения 08.01.2016).
8. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Итоги двадцати лет научных исследований и преподавания. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 2012. – 344 с.
9. Методологические основы ранжирования и классификации промышленных объектов, подлежащих экологическому страхованию / Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К., Моткин Г.А., Арбузов Г.М., Швыряев Б.В., Швецова-Шиловская Т.Н. // Труды Второй Всероссийской конференции «Теория и практика экологического страхования». - М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1996. - С. 7-12.
10. О научно-методологическом обеспечении безопасности больших химических систем / Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К., Швецова-Шиловская Т.Н. // Управление большими системами. Материалы Международной научно-практической конференция (22-26 сентября 1997 г., Москва, Россия). – М.: СИНТЕГ, 1997. - С. 164-164.
11. К проблеме классификации сложных опасных систем / Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К., Гриценко А.А. // Управление большими системами. Материалы Международной научно-практической конференция (22-26 сентября 1997 г., Москва, Россия). – М.: СИНТЕГ, 1997. - С.211-211.
12. Методология выявления приоритетов опасности при размещении и функционировании технически опасных объектов в регионе на базе экспертной оценки рисков / Арбузов Г.М., Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К. // Труды научно-практической конференции «Проблемы обеспечения защиты населения и территорий в условиях перспективного развития технической деятельности в Северо-Западном регионе», Санкт-Петербург, 11 ноября 1998 г.
13. Орлов А.И. Экологическая «любовь» в предпринимательстве (экологическое страхование) // Российское предпринимательство. 2000. № 11. С. 104-108.
14. Орлов А.И. Экологическая «любовь» в предпринимательстве (экологическое страхование). Окончание // Российское предпринимательство. 2000. № 12. С. 52-55.
15. Экспертные оценки: современное состояние и перспективы использования в задачах экологического страхования / Горский В.Г., Орлов А.И., Жихарев В.Н., Цупин В.А., Степочкин А.Н., Васюкевич В.А. // Труды Второй Всероссийской конференции «Теория и практика экологического страхования». - М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1996. - С. 20-23.
16. Орлов А.И., Жихарев В.Н. Новые результаты в экспертных оценках и экологическое страхование // Труды Четвертой всероссийской и Второй международной конференции «Теория и практика экологического страхования». - Калининград-Москва, 2000. - С. 137-138.
17. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Экспертные оценки в экологическом страховании: метод согласования кластеризованных ранжировок // Труды третьей Всероссийской и первой Международной конференции «Теория и

практика экологического страхования». – М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1998. - С. 94 – 99.

18. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Эконометрические методы в задачах экологического страхования и химической безопасности биосферы // Тезисы конференции «Организация производства на предприятиях в современных условиях», посвященной 70-летию кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. - С. 115-115.

19. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2000. № 3. С. 179-187.

20. Орлов А.И. Анализ экспертных упорядочений // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 21 – 51.

21. Орлов А.И., Тимофеев Л.П. Проблемы здоровья населения в промышленных центрах России и их решение с помощью концепции экологического риска // Всероссийская межвузовская научно-практическая конференция «Российский вуз: в центре внимания - личность (Проблемы воспитания)». Тезисы докладов. Т. 4. – Ростов – на - Дону: Донской государственный технический университет, 1999. С.190-193.

22. Орлов А.И., Тимофеев Л.П. Математическое моделирование экологических процессов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-12: Сб. трудов Международной научной конференции. В 5-ти т. Т.3. Секции 5, 6, 7. - Великий Новгород: Новгородский государственный университет, 1999. - С. 78-80.

23. Орлов А.И. Экономико-математические методы при управлении промышленной и экологической безопасностью // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 110. С. 240–261.

24. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Проблемы управления экологической безопасностью // Менеджмент в России и за рубежом. 2000. № 6. С. 78-86.

25. Орлов А.И. Теория и методы принятия решений, связанные с управлением экологической безопасностью // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XX Международной конференции. Москва, декабрь 2012 г. / Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. - М.: РГГУ, 2012. – С.288-289.

26. Орлов А.И. Разработка теории и методов принятия решений, связанных с управлением экологической безопасностью // Економічні проблеми сталого розвитку : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті проф. Балацького О. Ф. (м. Суми, 24-26 квітня 2013 р.): у 4 т. / за заг. ред. О. В. Прокопенко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – Т. 2. – С.170-171.

27. Орлов А. И., Пугач О. В. Подходы к общей теории риска // Управление большими системами. Вып. 40. - М.: ИПУ РАН, 2012. - С. 49-82.

28. Орлов А.И. Современное состояние контроллинга рисков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 98. С. 933-942.

29. Орлов А.И. Многообразие рисков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 111. С. 53-80.

30. Орлов А.И., Тимофеев Л.П. Электронные учебники по экологическим дисциплинам // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-12: Сб. трудов Международной научной конференции. В 5-ти т. Т.3. Секции 5, 6, 7. - Великий Новгород: Новгородский государственный университет, 1999. - С. 86-86.

31. Орлов А.И. Эколог – человек с автоматом? // Федеральная просветительская газета «Сведения». 2003. № 7. С. 2-2.
32. Орлов А.И., Поляков В.А. Информационно-правовые вопросы оценки Киотского договора // «Черные дыры» в российском законодательстве. 2004. № 3. С. 448-450.
33. Орлов А.И., Орлова Л.А. Социально-экологические аспекты управления в современной экономике // Проблема человеческого капитала: теория и современная практика: Материалы Вторых Друкеровских чтений / Под ред. Р.М. Нижегородцева. – М.: Доброе слово, 2007. – С. 176-191.
34. Орлов А.И. Социально-экологические вопросы управления в современной экономике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 105. С. 67–93.
35. Учебные программы по разделам "Экология" и "Принятие решений и экспертизы". [Электронный ресурс]. URL: <http://orlovs.pp.ru/educ.php#p1p6> (дата обращения 09.01.2016).
36. Крупнейшие месторождения газа. [Электронный ресурс]. URL: <http://gaz-prof.ru/gas-sector/> (дата обращения 12.01.2016).
37. Статистический ежегодник добычи природного газа. [Электронный ресурс]. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/world-natural-gas-production.html> (дата обращения 12.01.2016).
38. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902187046> (дата обращения 12.01.2016).
39. Шергин Д.В. Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах: диссертация ... кандидата технических наук: 25.00.15 / Шергин Денис Владимирович; [Место защиты: Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН - Учреждение Российской академии наук].- Москва, 2014.- 167 с.
40. Гаврилова В.Д. Разработка мероприятий по внедрении безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах на предприятии ООО «Газпром добыча Надым» // Выпускная квалификационная работа бакалавра. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. - 54 с.

References

1. Jekologija. Uchebnoe posobie / Bogoljubov S.A., Orlov A.I. i dr. - М.: Znanie, 1999. - 288 s.
2. Upravlenie kachestvom okružhajushhej sredy. 1 tom. Uchebnik dlja studentov vuzov, obučajushhihsja po special'nosti «Upravlenie kachestvom» / Bogoljubov S.A., Orlov A.I. i dr. - М., Moskovskij gosudarstvennyj institut jelektroniki i matematiki (tehničeskij universitet), 2000. – 283 s.
3. Sistemy jekologičeskogo upravlenija: Uchebnik / Bogoljubov S.A., Orlov A.I. i dr. – М.: «Evropejskij centr po kachestvu», 2002. – 224 s.
4. Fedoseev V.N., Orlov A.I., Larionov V.G., Koz'jakov A.F. Upravlenie promyšlennoj i jekologičeskoj bezopasnost'ju: Uchebnoe posobie. - М.: Izd-vo URAO, 2002. – 220 s.
5. Fedoseev V.N., Orlov A.I., Larionov V.G., Koz'jakov A.F. Upravlenie promyšlennoj i jekologičeskoj bezopasnost'ju: Uchebnoe posobie. 2-e izdanie. - М.: Izd-vo URAO, 2003. – 220 s.
6. Orlov A.I., Fedoseev V.N. Menedzhment v tehnosfere: Ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij. – М.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2003. – 384 s.

7. Orlov A.I. Problemy upravlenija jekologicheskoy bezopasnost'ju. Uchebnoe posobie. Vtoroe jelektronnoe izdanie, ispravlennoe i dopolnennoe. - M.: 2002. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://orlovs.pp.ru/ecol.php> (data obrashhenija 08.01.2016).

8. Orlov A.I. Problemy upravlenija jekologicheskoy bezopasnost'ju. Itogi dvadcati let nauchnyh issledovanij i prepodavaniya. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 344 s.

9. Metodologicheskie osnovy ranzhirovaniya i klassifikacii promyshlennyh ob#ektov, podlezhashhih jekologicheskomu strahovaniju / Gorskij V.G., Orlov A.I., Kurochkin V.K., Motkin G.A., Arbuzov G.M., Shvyryaev B.V., Shvecova-Shilovskaja T.N. // Trudy Vtoroj Vserossijskoj konferencii «Teorija i praktika jekologicheskogo strahovanija». - M.: In-t problem rynka RAN, 1996. - S. 7-12.

10. O nauchno-metodologicheskom obespechenii bezopasnosti bol'shih himicheskikh sistem / Gorskij V.G., Orlov A.I., Kurochkin V.K., Shvecova-Shilovskaja T.N. // Upravlenie bol'shimi sistemami. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencija (22-26 sentjabrja 1997 g., Moskva, Rossiya). – M.: SINTEG, 1997. - S. 164-164.

11. K probleme klassifikacii slozhnyh opasnyh sistem / Gorskij V.G., Orlov A.I., Kurochkin V.K., Gricenko A.A. // Upravlenie bol'shimi sistemami. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencija (22-26 sentjabrja 1997 g., Moskva, Rossiya). – M.: SINTEG, 1997. - S.211-211.

12. Metodologija vyjavlenija prioritetov opasnosti pri razmeshhenii i funkcionirovanii tehničeski opasnyh ob#ektov v regione na baze jekspertnoj ocenki riskov / Arbuzov G.M., Gorskij V.G., Orlov A.I., Kurochkin V.K. // Trudy nauchno-prakticheskoy konferencii «Problemy obespechenija zashhity naselenija i territorij v uslovijah perspektivnogo razvitija tehničeskoy dejatel'nosti v Severo-Zapadnom regione», Sankt-Peterburg, 11 nojabrja 1998 g.

13. Orlov A.I. Jekologicheskaja «ljubov'» v predprinimatel'stve (jekologicheskoe strahovanie) // Rossijskoe predprinimatel'stvo. 2000. № 11. S. 104-108.

14. Orlov A.I. Jekologicheskaja «ljubov'» v predprinimatel'stve (jekologicheskoe strahovanie). Okonchanie // Rossijskoe predprinimatel'stvo. 2000. № 12. S. 52-55.

15. Jekspertnye ocenki: sovremennoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija v zadachah jekologicheskogo strahovanija / Gorskij V.G., Orlov A.I., Zhiharev V.N., Cupin V.A., Stepochkin A.N., Vasjukevich V.A. // Trudy Vtoroj Vserossijskoj konferencii «Teorija i praktika jekologicheskogo strahovanija». - M.: In-t problem rynka RAN, 1996. - S. 20-23.

16. Orlov A.I., Zhiharev V.N. Novye rezul'taty v jekspertnyh ocenkah i jekologicheskoe strahovanie // Trudy Chetvertoj vserossijskoj i Vtoroj mezhdunarodnoj konferencii «Teorija i praktika jekologicheskogo strahovanija». - Kaliningrad-Moskva, 2000. - S. 137-138.

17. Gorskij V.G., Gricenko A.A., Orlov A.I. Jekspertnye ocenki v jekologicheskom strahovanii: metod soglasovanija klasterizovannyh ranzhirovok // Trudy tret'ej Vserossijskoj i pervoj Mezhdunarodnoj konferencii «Teorija i praktika jekologicheskogo strahovanija». – M.: In-t problem rynka RAN, 1998. - S. 94 – 99.

18. Gorskij V.G., Gricenko A.A., Orlov A.I. Jekonometricheskie metody v zadachah jekologicheskogo strahovanija i himicheskoy bezopasnosti biosfery // Tezisy konferencii «Organizacija proizvodstva na predpriyatijah v sovremennyh uslovijah», posvjashhennoj 70-letiju kafedry «Jekonomika i organizacija proizvodstva» MGTU im. N.Je. Bauman. - M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Bauman, 1999. - S. 115-115.

19. Gorskij V.G., Gricenko A.A., Orlov A.I. Metod soglasovanija klasterizovannyh ranzhirovok // Avtomatika i telemekhanika. 2000. № 3. S. 179-187.

20. Orlov A.I. Analiz jekspertnyh uporjadochenij // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 112. S. 21 – 51.
21. Orlov A.I., Timofeev L.P. Problemy zdorov'ja naselenija v promyshlennyh centrakh Rossii i ih reshenie s pomoshh'ju koncepcii jekologicheskogo riska // Vserossijskaja mezhvuzovskaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Rossijskij vuz: v centre vnimanija - lichnost' (Problemy vospitanija)». Tezisy dokladov. T. 4. – Rostov – na - Donu: Donskoj gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 1999. S.190-193.
22. Orlov A.I., Timofeev L.P. Matematicheskoe modelirovanie jekologicheskikh processov // Matematicheskie metody v tehnike i tehnologijah – MMTT-12: Sb. trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. V 5-ti t. T.3. Sekcii 5, 6, 7. - Velikij Novgorod: Novgorodskij gosudarstvennyj universitet, 1999. - S. 78-80.
23. Orlov A.I. Jekonomiko-matematicheskie metody pri upravlenii promyshlennoj i jekologičeskoj bezopasnost'ju // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 110. S. 240–261.
24. Orlov A.I., Fedoseev V.N. Problemy upravlenija jekologičeskoj bezopasnost'ju // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2000. № 6. S. 78-86.
25. Orlov A.I. Teorija i metody prinjatija reshenij, svjazannye s upravleniem jekologičeskoj bezopasnost'ju // Problemy upravlenija bezopasnost'ju slozhnyh sistem: Trudy HH Mezhdunarodnoj konferencii. Moskva, dekabr' 2012 g. / Pod red. N.I. Arhipovoj, V.V. Kul'by. - M.: RGGU, 2012. – S.288-289.
26. Orlov A.I. Razrabotka teorii i metodov prinjatija reshenij, svjazannyh s upravleniem jekologičeskoj bezopasnost'ju // Ekonomični problemi stalogo rozvitku : materialy Mizhnarodnoï naukovopraktičnoï konferencii, prisvjachenoï pam'jati prof. Balac'kogo O. F. (m. Sumi, 24-26 kvitnja 2013 r.): u 4 t. / za zag. red. O. V. Prokopenko. – Sumi : Sums'kij derzhavnij universitet, 2013. – T. 2. – S.170-171.
27. Orlov A. I., Pugach O. V. Podhody k obshej teorii riska // Upravlenie bol'shimi sistemami. Vyp. 40. - M.: IPU RAN, 2012. - S. 49-82.
28. Orlov A.I. Sovremennoe sostojanie kontrollinga riskov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 98. S. 933-942.
29. Orlov A.I. Mnogoobrazie riskov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 111. S. 53-80.
30. Orlov A.I., Timofeev L.P. Jelektronnye uchebniki po jekologičeskim disciplinam // Matematicheskie metody v tehnike i tehnologijah – MMTT-12: Sb. trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. V 5-ti t. T.3. Sekcii 5, 6, 7. - Velikij Novgorod: Novgorodskij gosudarstvennyj universitet, 1999. - S. 86-86.
31. Orlov A.I. Jekolog – chelovek s avtomatom? // Federal'naja prosvetitel'skaja gazeta «Svedenija». 2003. № 7. S. 2-2.
32. Orlov A.I., Poljakov V.A. Informacionno-pravovye voprosy ocenki Kiotskogo dogovora //«Chernye dyry» v rossijskom zakonodatel'stve. 2004. № 3. S. 448-450.
33. Orlov A.I., Orlova L.A. Social'no-jekologičeskie aspekty upravlenija v sovremennoj jekonomike // Problema chelovečeskogo kapitala: teorija i sovremennaja praktika: Materialy Vtoryh Drukerovskih chtenij / Pod red. R.M. Nizhegorodceva. – M.: Dobroe slovo, 2007. – S. 176-191.
34. Orlov A.I. Social'no-jekologičeskie voprosy upravlenija v sovremennoj jekonomike // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 105. S. 67–93.

35. Uchebnye programmy po razdelam "Jekologija" i "Prinjatie reshenij i jekspertizy". [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://orlovs.pp.ru/educ.php#p1p6> (data obrashhenija 09.01.2016).
36. Krupnejshie mestorozhdenija gaza. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://gaz-prof.ru/gas-sector/> (data obrashhenija 12.01.2016).
37. Statisticheskij ezhegodnik dobychi prirodnogo gaza. [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/world-natural-gas-production.html> (data obrashhenija 12.01.2016).
38. Jenergeticheskaja strategija Rossii na period do 2030 goda. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902187046> (data obrashhenija 12.01.2016).
39. Shergin D.V. Issledovanie i razrabotka tehnologii sozdaniya podzemnyh rezervuarov v mnogoletnemjorzlyh porodah: dissertacija ... kandidata tehniceskix nauk: 25.00.15 / Shergin Denis Vladimirovich; [Mesto zashhity: Institut mashinovedenija im. A.A. Blagonravova RAN - Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk].- Moskva, 2014.- 167 s.
40. Gavrilova V.D. Razrabotka meroprijatij po vnedrenii bezobolochechnykh rezervuarov v mnogoletnemjorzlyh gruntah na predpriyatii OOO «Gazprom dobycha Nadym» // Vypusknaja kvalifikacionnaja rabota bakalavra. - M.: MGTU im. N. Je. Baumana, 2015. - 54 s.