

УДК 622.692.4.004.58

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫЧИ  
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА НА СТАДИИ  
ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ**

**INCREASE OF INDICATORS OF SAFETY OF OBJECTS OF OIL  
PRODUCTION OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS AREA  
AT A STAGE OF IMPLEMENTATION OF PROJECT WORKS**

**Абдрахимов Ю.Р., Вадулина Н.В., Журавлева Е.В.**

**ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический  
университет», г.Уфа, Российская Федерация**

**U.R. Abdrachimov, N.V. Vadulina, E.V. Zhuravleva**

**FSBEI HPE “Ufa State Petroleum Technological University”,  
Ufa, the Russian Federation**

**e-mail: EVZhyravleva@yandex.ru**

**Аннотация.** Одним из лидеров среди субъектов Российской Федерации по ряду показателей, таких как добыча нефти, производство электроэнергии, а также по объему промышленного производства является Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО-Югра). Колоссальные запасы энергии и материалов, создают потенциальную угрозу жизни и здоровью людей, окружающей среде. Проблема обеспечения промышленной и экологической безопасности на объектах нефтедобывающей промышленности в настоящее время чрезвычайно актуальна.

Техническое расследование причин аварий показывает, что основными из них стали износ оборудования, коррозия, механические повреждения, строительный брак, нарушения эксплуатирующими и сервисными организациями требований законодательства в области промышленной безопасности на всех стадиях жизненного цикла опасного производственного объ-

екта. Возникновение отказов, разгерметизация трубопроводов, приводят к авариям, сопровождаются аварийными разливами нефти, взрывами и разрушениями. Среди организационных причин аварий следует отметить низкоквалифицированную организацию производства работ, нарушение регламента ремонтных работ, неэффективность производственного контроля, отсутствие или неисправность средств противоаварийной защиты, сигнализации.

Одним из этапов мероприятий по повышению безопасности является разработка проектной документации на обустройство месторождений ХМАО-Югры. На этапе проектирования есть возможность найти наиболее рациональное решение, эффективность которого оценивается как в стоимостном выражении, так и в показателях надежности, безопасности задуманных идей. Отсюда вытекает необходимость обеспечения квалифицированного принятия технических решений на всех этапах и стадиях разработки проектной документации.

В данной статье предложены мероприятия по повышению безопасности при проектировании обустройства месторождений ХМАО-Югры проектной организацией ООО «РН-УфаНИПИнефть», мероприятия для ограничения объема выхода жидкости из нефтегазосборного трубопровода в окружающую среду через аварийный разрыв, мероприятия для защиты трубопроводов от коррозии.

**Abstract.** One of leaders among subjects of the Russian Federation in a number of indicators, such as oil production, electricity generation, and also on industrial output is Khanty-Mansi Autonomous Area (Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra). Enormous stocks of energy and materials, create potential threat of life and to human health, environment. The problem of ensuring industrial and ecological safety on objects of the oil-extracting industry is extremely actual now.

Technical investigation of the reasons of accidents shows that wear of the equipment, corrosion, mechanical damages, construction marriage, violations by

the operating and service organizations of requirements of the legislation in the field of industrial safety at all stages of life cycle of hazardous production facility became the main of them. Emergence of refusals, depressurization of pipelines, lead to accidents, are followed by emergency oil spills, the fires, explosions and destructions. Among the organizational reasons of accidents it should be noted the low-qualified organization of works, violation of regulations of repair work, an inefficiency of production control, absence or malfunction of means of antiemergency protection, the alarm system.

One of stages of actions for increase of safety is development of project documentation on arrangement of fields of Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra. At a design stage there is an opportunity to find the most rational solution which efficiency is estimated both in value terms, and in indicators of reliability, safety of the conceived ideas. Hence the need to provide qualified technical decisions in all phases and stages of development of project documentation.

In this paper, there are offered measures for increase of safety at design of arrangement of fields of Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra by the design organization JSC "RN-UfaNIPIneft", actions for restriction of volume of an exit of liquid from the oil and gas combined pipeline in environment through an emergency gap, actions for protection of pipelines against corrosion are offered.

**Ключевые слова:** добыча нефти, авария, опасный производственный объект, нефтегазосборный трубопровод, вредное вещество, коррозия, риск, проектирование, безопасность.

**Key words:** oil production, accident, explosion, fire, pollution, hazardous production facility, oil and gas combined pipeline, harmful substance, corrosion, risk, design, safety.

Одним из лидеров среди субъектов Российской Федерации по ряду показателей, таких как добыча нефти, производство электроэнергии, а также по объему промышленного производства является Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО-Югра). Он располагает огромным природно-ресурсным потенциалом, является основным нефтегазоносным регионом России и одним из крупнейших нефтедобывающих регионов мира. Природный капитал является одной из главных составляющих устойчивого развития территории. Он служит фундаментом экономического роста и повышения благосостояния населения Российской Федерации.

По состоянию на 01.01.2014 г. производственную деятельность в автономном округе ведут 84 компании, владеющие долгосрочными лицензиями на право пользования недрами с целью разведки и добычи углеводородного сырья. За 2013 год на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры добыто 255 079,3 тыс. тонн нефти. Доля Югры в общероссийской добыче нефти в 2013 году – 48,7%. Общая протяженность сети трубопроводов на территории автономного округа, по данным эксплуатирующих предприятий, составляет 109,8 тыс. км (в том числе, магистральные трубопроводы – 16,3 тыс. км) [1].

Большой объем по добыче нефти принадлежит ОАО «НК «Роснефть» (40,1% от общего объема), ОАО «Сургутнефтегаз» (21,2%), ОАО НК «ЛУКОЙЛ» (18,6%). Эти 3 компании добывают 79,9% всей нефти автономного округа. Объем добычи нефти, по компаниям за 2013 год представлен в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1. Добыча нефти, крупнейшими нефтяными компаниями

Нефтяная компания	Количество добытой нефти, тыс. тонн	Доля от общего количества, %
ОАО НК "Роснефть"	102160,256	43,4
ОАО "Сургутнефтегаз"	54023,675	22,9
ОАО НК "Лукойл"	47338,459	20,1
ОАО "НГК "Славнефть"	16770,223	7,1
ОАО "Газпром нефть"	15337,049	6,5
Всего:	235629,662	100

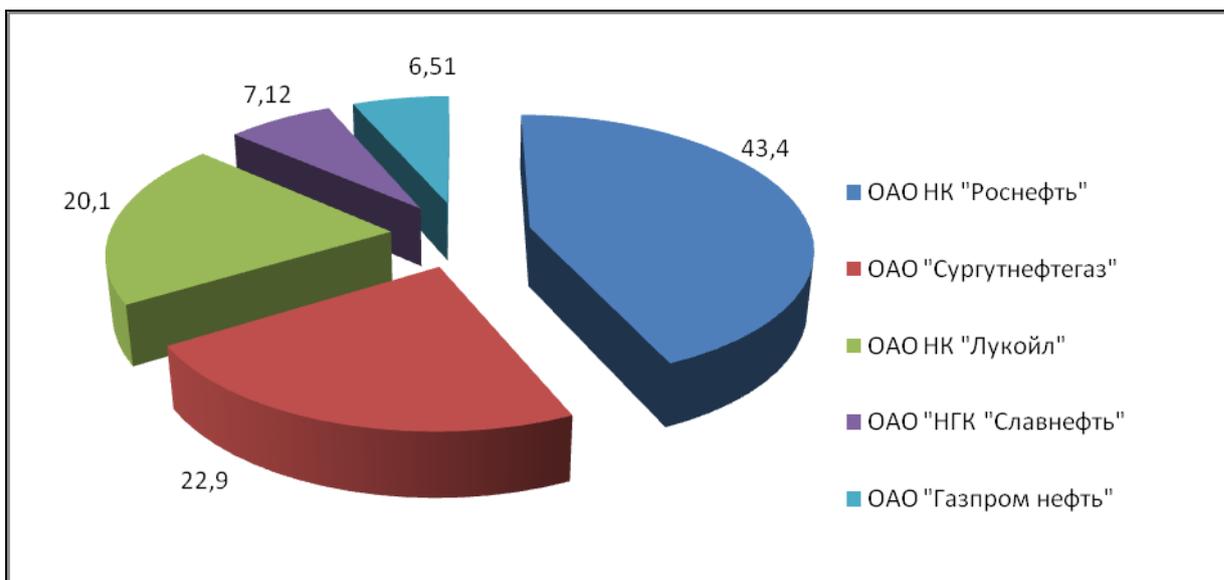


Рисунок 1. Распределение добычи по крупнейшим нефтяным компаниям

Современная нефтегазоперерабатывающая промышленность, сконцентрировавшая колоссальные запасы энергии и материалов, создает потенциальную угрозу жизни и здоровью людей, окружающей среде. Проблема обеспечения промышленной и экологической безопасности на объектах нефтедобывающей промышленности в настоящее время чрезвычайно актуальна.

Согласно Докладу об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2013 году, предоставленному службой по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО – Югры на нефтепроводах, водоводах, газопроводах и продуктопроводах автономного округа произошла 2 831 авария, в том числе:

- на нефтепроводах – 1 285 аварий;
- на водоводах – 1 509 аварий;
- на газопроводах – 37 аварий.

По данным, представленным нефтегазодобывающими компаниями, в 2013 году на нефтепромыслах автономного округа зарегистрировано 2 794 аварийных разлива нефтепродукта. В результате разгерметизации трубо-

проводов в окружающую среду попало 300,4 т загрязняющих веществ. Площадь загрязнения составила 95,539 га.

В административном отношении наиболее высокой аварийностью характеризуются Нефтеюганский (58,3%), Нижневартовский (30,8%), Ханты-Мансийский (5,7%) и Сургутский (4,8%) районы. Данные по аварийности по районам ХМАО-Югры представлены на рисунке 2 (в %).

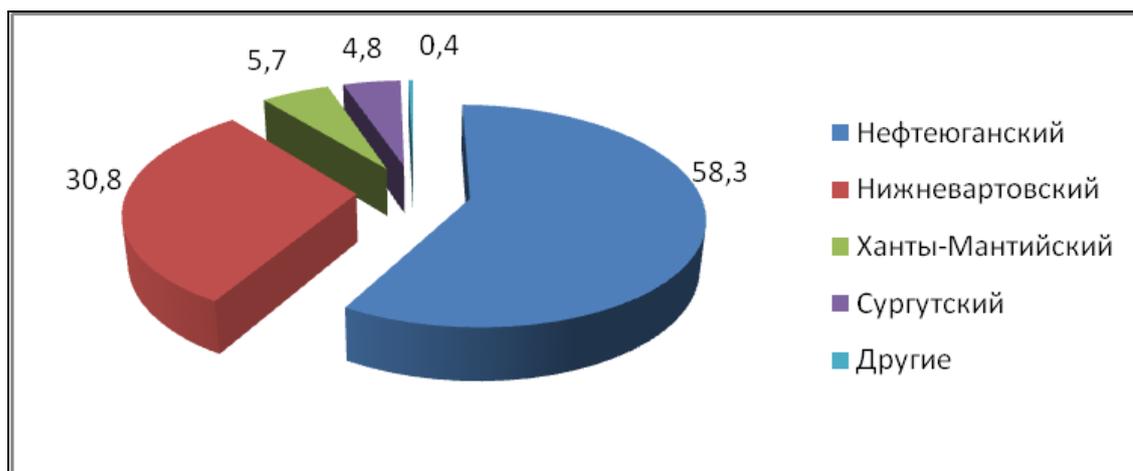


Рисунок 2. Данные по аварийности по районам ХМАО-Югры

Техническое расследование причин аварий показывает, что основными из них стали нарушения эксплуатирующими и сервисными организациями требований законодательства в области промышленной безопасности на всех стадиях жизненного цикла опасного производственного объекта, при бурении и капитальном ремонте скважин, эксплуатации насосных, производстве ремонтных работ. Износ оборудования также является одним из значительных факторов опасности, влияющих на состояние промышленной безопасности, возникновение отказов, разгерметизации трубопроводов, приводящих к авариям, сопровождающимся разливами нефти, взрывами и разрушениями. Среди организационных причин аварий следует отметить низкоквалифицированную организацию производства работ, нарушение регламента ремонтных работ, неэффективность производственного контроля, неисправность технических устройств, отсутствие или неисправность средств противоаварийной защиты, сигнализации.

Сведения о причинах отказов на трубопроводах по ХМАО-Югре представлены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение причин отказов на промышленных трубопроводах по ХМАО-Югре за 2013 год

Причины отказов	Количество аварийных розливов	%
Коррозия	2556	91,5
механические повреждения	5	0,2
строительный брак	12	0,4
прочие	221	7,9

Главной и основной причиной произошедших аварий является коррозия металла.

Коррозия металлов – это процесс, вызывающий разрушение металла или изменение его свойств в результате химического, электрохимического, физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде. Процесс коррозии начинается с поверхности металлического сооружения и распространяется вглубь его. Различают сплошную и местную коррозию. В первом случае продуктами коррозии покрыта вся поверхность, находящаяся в контакте с коррозионной средой, во втором, отдельные участки металлической поверхности [2].

Размер площади разлива нефтепродуктов зависит от места и размеров повреждения, а главное от времени обнаружения порыва. Количество вытекшего нефтепродукта может оказаться значительным даже при относительно небольших повреждениях, так как проходит много времени от момента возникновения утечки до момента ее обнаружения [3]. Зависимость площади пролива нефти от времени обнаружения утечки на примере участка трубопровода 4 000 м показана на рисунке 3.

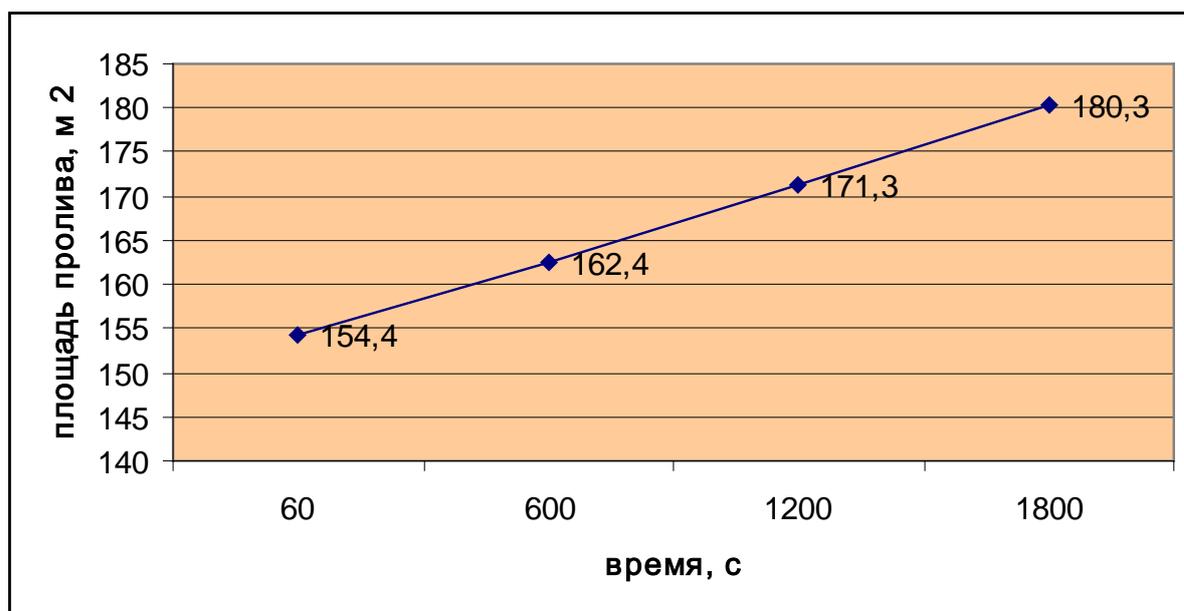


Рисунок 3. Зависимость площади пролива нефти от времени обнаружения утечки

Сложившаяся кризисная ситуация в вопросах аварийности и травматизма объясняется не только низкой культурой безопасности и технологической дисциплинированностью персонала, но и конструктивным несовершенством используемого в РФ промышленного и транспортного оборудования.

Это свидетельствует о том, что современному обществу следует более серьезно относиться к вопросам обеспечения промышленной безопасности. Однако проблема обеспечения безопасной эксплуатации нефтегазового оборудования и трубопроводов на опасных производственных объектах нефтедобывающих предприятий в настоящее время остается чрезвычайно острой. Предприятиям отрасли для поддержания объектов добычи нефти и газа в работоспособном состоянии, обеспечению требований промышленной безопасности необходимо использовать не только современные материалы и оборудование в коррозионностойком исполнении, но и новые методы расчета на прочность и трещиностойкость и т.д. [4].

В общей системе трубопроводов аварийно-подверженной частью являются нефтегазосборные трубопроводы и напорные водоводы. Нефтегазосборные трубопроводы – предназначены для транспортировки продук-

ции нефтяных скважин от замерных установок до пунктов первой ступени сепарации нефти. Согласно Федеральному закону от 21.07.1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (приложение 1), проектируемые объекты системы сбора продукции скважин относятся к категории опасных производственных объектов (ОПО), так как используются и транспортируются воспламеняющиеся и горючие вещества (нефть, газ, реагенты) [5].

Одним из этапов мероприятий по повышению безопасности является разработка проектной документации на обустройство месторождений ХМАО-Югры. На этапе проектирования есть возможность найти наиболее рациональное решение, эффективность которого оценивается как в стоимостном выражении, так и в показателях надежности, безопасности задуманных идей. Все предполагаемые происшествия можно наглядно смоделировать с помощью современных программных продуктов для обеспечения квалифицированного принятия технических решений на всех этапах и стадиях разработки проектной документации [6].

**ООО «РН-УфаНИПИнефть»** является дочерним предприятием ОАО «НК «Роснефть» и занимается проектированием обустройства нефтяных месторождений Компании в ХМАО-Югра.

Политикой Компании ОАО «НК «Роснефть» в области промышленной безопасности, охраны труда и защиты окружающей среды определены следующие основные цели:

- повышение уровня промышленной и экологической безопасности производственных объектов Компании до уровня, соответствующего наилучшим показателям в нефтяных компаниях мира;
- последовательное снижение показателей производственного травматизма, аварийности и негативного воздействия производства на окружающую среду;
- создание и постоянное развитие системы управления в области промышленной безопасности;

- снижение промышленных рисков от вновь проектируемых объектов;
- использование передовых технологий и высококвалифицированных специалистов при организации и выполнении работ на каждом этапе технологической цепочки;
- повышение технологической и экономической эффективности процессов нефтедобычи;
- интегрированное проектирование разработки и обустройства месторождений.

В Компании большое внимание уделяется вопросам технического надзора и мониторинга эксплуатации нефтепромыслового оборудования, которые включают в себя разработку и поддержание актуальной нормативной базы; надзор за технологическими процессами; сбор и анализ данных; техническое диагностирование оборудования; лабораторные испытания.

В настоящее время большинство проектируемых промысловых трубопроводов предназначены для транспортировки высокообводненной нефтяной эмульсии с высокой коррозионной активностью. В связи с этим сроки службы промысловых трубопроводов и оборудования значительно ниже нормативных и составляют от 2 до 15 лет. Как показывает статистика отказов, более 90% случаев аварийных разрывов трубопроводов происходит именно из-за коррозии. Поэтому на стадии разработки проекта необходимо учитывать свойства перекачиваемого продукта.

При возникновении порыва в трубопроводной системе сбора продукции скважин, по которой транспортируется водогазонефтяная смесь, происходит истечение эмульсии и попутного газа. При полном разрушении трубопровода происходит активный выброс нефтегазовой смеси с резким падением давления в системе сбора.

Для ограничения объема выхода жидкости из полости нефтегазосборного трубопровода в окружающую среду через аварийный разрыв в стенке трубы, предусматривается установка узлов задвижек для отключения участков трубопроводов. Для контроля давления в трубопроводе до и после

задвижки должны быть установлены манометры. Снижение давления на устье добывающих скважин используется, как сигнал аварийной остановки. Размещение запорной арматуры выполняется в соответствии с СП 34-116-97 [7]. Однако расстановку узлов задвижек следует производить не только на основании требований нормативного документа, но и проводить технико-экономическое сравнение вариантов, с учетом следующих факторов:

- физико-географические, гидрогеологические, природно-климатические условия территории проектируемого объекта, наличие переходов трассы через водные объекты, авто- и железные дороги, близость расположения населенных пунктов;
- характеристика обращающихся опасных веществ;
- степени агрессивности среды;
- целесообразность экономических затрат на установку и обслуживание необходимого оборудования (выбор типа и количества запорной арматуры).

Для защиты трубопроводов от коррозии необходимо предусмотреть:

- применение труб стальных электросварных термообработанных повышенной коррозионной стойкости и хладостойкости с наружным трехслойным полимерным покрытием усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена и внутренним изоляционным покрытием;
- применение труб с увеличенной толщиной стенки по сравнению с расчетной;
- фасонные части арматуры и трубопроводов из стали 09ГСФ/13ХФА по ТУ 1469-002-14946399-2006;
- нанесение наружного покрытия на стальные трубы в заводских условиях;
- для наружной защиты сварных швов применять комплект термоусаживающихся материалов, предназначенных для наружной антикоррозионной защиты сварных стыков;

- подземные участки трубопроводов покрывать изоляционной лентой усиленного типа «Полилен 40-ЛИ-63» в 2 слоя;
- во избежание замерзания надземных трубопроводов необходимо предусмотреть их электрообогрев с последующей теплоизоляцией;
- прокладку трубопровода под автодорогами производить в защитном кожухе с герметичной заделкой концов кожуха диэлектрическими манжетами;
- при переходе от надземной прокладки к подземной, теплоизоляция должна быть нанесена на 0,5 м ниже поверхности земли;
- сварку и контроль сварных стыков трубопроводов производить согласно СП 34-116-97;
- трубы должны быть испытаны на заводе-изготовителе пробным гидравлическим давлением и иметь указание в сертификате о величине пробного давления;
- срок службы трубопроводов должен быть рассчитан согласно РД 39- 0147103-362-86 [8];
- все применяемые трубы и соединительные детали должны иметь документы, подтверждающие соответствие (сертификат, либо декларацию) требованиям технических регламентов и копию заключения экспертизы промышленной безопасности, зарегистрированного в Ростехнадзоре России.

## **Выводы**

Предлагаемые мероприятия позволят повысить безопасность эксплуатации объектов нефтедобычи Ханты-Мансийского автономного округа, снизить показатели аварийности и негативного воздействия производства на окружающую среду, уменьшить промышленные риски от вновь проектируемых объектов, повысить технологическую и экономическую эффективность процессов нефтедобычи.

## Список используемых источников

1 Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2013 году. Ханты-Мансийск: ОАО «НПЦ Мониторинг», 2014. 200 с.

2 Трубопроводный транспорт нефти. Васильев Г.Г. [и др.]. Учеб. для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. 407 с.

3 Абдрахимов Ю.Р., Закирова З.А., Басирова А.Х. Методы диагностирования магистральных трубопроводов // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 4. С.46-49.

4 Промысловые трубопроводы и оборудование/ Мустафин Ф.М.[и др.] Учеб. пособие для вузов. М.: ОАО «Издательство «Недра»», 2004. 662 с.

5 Федеральный закон от 21.07.1997 г. №116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов // Российская газета, 1997. № 145. С.132.

6 Федосов А.В., Журавлева Е.В. Моделирование воздушных потоков на нефтеперевалочном комплексе с целью определения оптимального расположения зданий и сооружений // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2014. №2. С.260-277. URL: [http://ogbus.ru/authors/FedosovAV/FedosovAV\\_1.pdf](http://ogbus.ru/authors/FedosovAV/FedosovAV_1.pdf)

7 СП 34-116-97. Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов. М.: Минтопэнерго России, 1997. 207 с.

8 РД 39-0147103-362-86. Руководство по применению антикоррозионных мероприятий при составлении проектов обустройства и реконструкции объектов нефтяных месторождений. М.: Минтопэнерго России, 1986. 198 с.

## References

- 1 Doklad ob jekologicheskoj situacii v Hanty-Mansijskom avtonomnom okruge – Jugre v 2013 godu. Hanty-Mansijsk: OAO «NPC Monitoring», 2014. 200 s. [in Russian].
- 2 Truboprovodnyj transport nefti. Ucheb. dlja vuzov/ Vasil'ev G.G. i dr. M.: OOO «Nedra-Biznescentr», 2002. 407 s. [in Russian].
- 3 Abdrahimov Ju.R., Zakirova Z.A., Basirova A.H. Metody diagnostirovanija magistral'nyh truboprovodov // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2014. № 4. s.46-49. [in Russian].
- 4 Promyslovye truboprovody i oborudovanie. Ucheb. posobie dlja vuzov/ Mustafin F.M. i dr. M.: OAO «Izdatel'stvo «Nedra»», 2004. 662 s. [in Russian].
- 5 Federal'nyj zakon ot 21.07.1997 g. №116-FZ O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh obektov, 1997. [in Russian].
- 6 A.V. Fedosov, E.V. Zhuravleva. Simulation of air streams at oil transshipment complex in order to determine an optimal location for buildings and facilities // Electronic scientific journal "Oil and Gas Business". 2014. №2. P.260-277. URL: [http://ogbus.ru/authors/FedosovAV/FedosovAV\\_1.pdf](http://ogbus.ru/authors/FedosovAV/FedosovAV_1.pdf). [in Russian].
- 7 SP 34-116-97. Instrukcija po proektirovaniju, stroitel'stvu i rekonstrukcii promyslovyh neftegazoprovodov. M.: Mintopjenergo Rossii, 1997. 207 s. [in Russian].
- 8 RD 39-0147103-362-86. Rukovodstvo po primeneniju antikorrozionnyh meroprijatij pri sostavlenii proektov obustrojstva i rekonstrukcii ob#ektov neftjanyh mestorozhdenij. M.: Mintopjenergo Rossii, 1986. 198 s. [in Russian].

## **Сведения об авторах**

### **About the authors**

Абдрахимов Ю.Р., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Промышленная безопасность и охрана труда» ФГБОУ ВПО УГНТУ, Уфа, Российская Федерация

U.R. Abdrachimov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair “Industrial Safety and Lador Protection” FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

Вадулина Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда» ФГБОУ ВПО УГНТУ, Уфа, Российская Федерация

N.V. Vadulina, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the Chair “Industrial Safety and Lador Protection” FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

Журавлева Е.В., магистрант группы МБПз01-13-01 кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда» ФГБОУ ВПО УГНТУ, Уфа, Российская Федерация

E.V. Zhuravleva, Master Student of Group MIS01-13-01 of the Chair “Industrial Safety and Lador Protection” FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: EVZhyravleva@yandex.ru