

УДК 622.691.48

А.Р. Гадельшина<sup>1</sup>; С.В. Китаев<sup>1</sup>, e-mail: svkitaev@mail.ru; А.Р. Галикеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (Уфа, Республика Башкортостан, Россия).

<sup>2</sup> Башкирское управление ООО «Газпром Газнадзор» (Уфа, Республика Башкортостан, Россия).

## Экологический аспект решения проблемы ресурсосбережения в ПАО «Газпром»

В статье обсуждаются пути снижения энерго- и ресурсоемкости газовой отрасли. Приводится перечень основных нормативно-правовых документов, на основе которых определены цели и задачи политики энергосбережения в ПАО «Газпром». На основе анализа современных тенденций в области ресурсосбережения в ПАО «Газпром» дана оценка эффективности реализованных в 2014 г. ресурсосберегающих мероприятий на примере двух дочерних газотранспортных предприятий – ООО «Газпром трансгаз Уфа» и ООО «Газпром трансгаз Чайковский», подконтрольных Башкирскому управлению ООО «Газпром газнадзор». Определены перспективные с точки зрения обеспечения дополнительного объема ресурсосбережения способы и методы, имеющие хороший потенциал для внедрения и реализации в производственных процессах ПАО «Газпром».

**Ключевые слова:** газотранспортная система, энергоёмкость, энергосбережение, ресурсосбережение, экологическая политика, экономия газа.

.....

A.R. Gadelshina<sup>1</sup>; S.V. Kitaev<sup>1</sup>, e-mail: svkitaev@mail.ru; A.R. Galikeev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSBEI HE Ufa state petroleum technical University (Ufa, The Republic of Bashkortostan, Russia).

<sup>2</sup> Bashkir management of Gazprom Gaznadzor LLC (Ufa, The Republic of Bashkortostan, Russia).

## Environmental aspect of solving resource saving problems in Gazprom PJSC

The article discusses ways to reduce energy and resource intensity of the gas industry. Provides a list of basic normative legal documents, which defined the goals and objectives of energy saving policy in PJSC "Gazprom". Based on the analysis of current trends in the field of resource saving in PJSC "Gazprom", the estimation of efficiency realized in 2014 resource-saving activities on the example of two gas subsidiaries of LLC "Gazprom transgaz Ufa" and LLC "Gazprom transgaz Tchaikovsky", controlled by the Bashkir management of LLC "Gazprom Gaznadzor". Identified promising from the point of view of providing additional volume of resource-saving methods and techniques that have good potential for implementation in the production processes of PJSC "Gazprom".

**Keywords:** the gas transportation system, energy consumption, energy saving, resource conservation, environmental policy, gas saving.

Газотранспортная система (ГТС) Российской Федерации (РФ) является крупнейшим в мире непрерывно развивающимся технологическим комплексом, включающим порядка 170 тыс. км линейной части магистральных газопроводов (ЛЧ МГ), 250 компрессорных станций (КС) и 4 тыс. газораспределительных станций (ГРС). Когда речь идет о подобных масштабах, вопросы надежности и энергетической эффек-

тивности технологий магистрального транспорта газа приобретают для страны и ее макроэкономической политики стратегический характер, поскольку даже незначительное снижение затрат может привести к ощутимому энерго- и ресурсосберегающему эффекту.

В Энергетической стратегии РФ до 2030 г. [1], Федеральном законе РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбере-

жении и о повышении энергетической эффективности» [2], Постановлении Правительства РФ от 15.04.2014 № 321 «Об утверждении государственной программы «Энергоэффективность и развитие энергетики» с подпрограммой «Развитие газовой отрасли» [3] определены основные цели и задачи эффективного и долгосрочного функционирования топливно-энергетического комплекса нашего государства.

В соответствии с Приказом Минэнерго РФ от 30.06.2014 № 398 «Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчетности о ходе их реализации», при разработке программ энергосбережения принято выделять мероприятия, основной целью которых является энергосбережение и повышение энергетической эффективности [4].

**В ПАО «ГАЗПРОМ» ОСНОВНЫЕ ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ОТРАСЛИ ОТРАЖЕНЫ В ПОЛИТИКЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ, КОТОРАЯ ОСНОВЫВАЕТСЯ НА:**

- Федеральном законе № 28-ФЗ от 03.04.1996 «Об энергосбережении» [5];
  - Указе Президента РФ № 889 от 04.06.2008 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» [6];
  - Распоряжении Правительства России № 1715-р от 13.11.2009 «Энергетическая стратегия России на период до 2030 г.» [1];
  - Постановлении Правления ОАО «Газпром» № 3 от 22.01.2009 «О перспективах разработки и внедрения газо- и энергосберегающих технологий и их влиянии на оптимизацию топливно-энергетического баланса РФ» [7];
  - Приказе ОАО «Газпром» № 77 от 09.10.2000 «Об организации работ по энергосбережению в ОАО «Газпром» [8].
- Политика энергосбережения содержит в себе «Концепцию энергосбережения и повышения энергетической эффективности на 2011–2020 гг.» и «Перечень приоритетных научно-технических проблем ПАО «Газпром» на 2011–2020 гг.». В этих документах определен потенциал энергосбережения 28,2 млн т у.т., реализовать который можно только в случае 100%-ной модернизации основного

технологического оборудования, что на практике осуществить невозможно в силу финансовых ограничений. Соответственно, возрастает потребность в инновационных энергосберегающих технологиях, которые позволят достичь экономически разумного потенциала для реализации идей энерго- и ресурсосбережения. Организационная структура управления энергосбережением в ПАО «Газпром» представлена на рисунке 1.

Немаловажен в этой связи и экологический аспект решаемой проблемы. Климатическая доктрина РФ (Распоряжение Президента РФ № 861-рп от 17.12.2010) содержит в себе главное на сегодняшний день направление для снижения выбросов – внедрение энергоэффективных и ресурсосберегающих производственных процессов

и технологий [9]. По оценкам Международного энергетического агентства, сектор транспорта природного газа ПАО «Газпром» располагает наибольшими возможностями сокращения эмиссии парниковых газов на уровне порядка 160 млн т/год в пересчете на эквивалентное количество углекислого газа. Основной потенциал энергосбережения ПАО «Газпром» сосредоточен в сфере транспортировки газа, поэтому именно в ней необходимо изыскивать возможности экономии. Обеспечение энергоэффективности в транспортировке газа обусловлено сокращением его потерь, т.е. ресурсосбережением.

В настоящее время после введения в действие Федерального закона РФ от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные

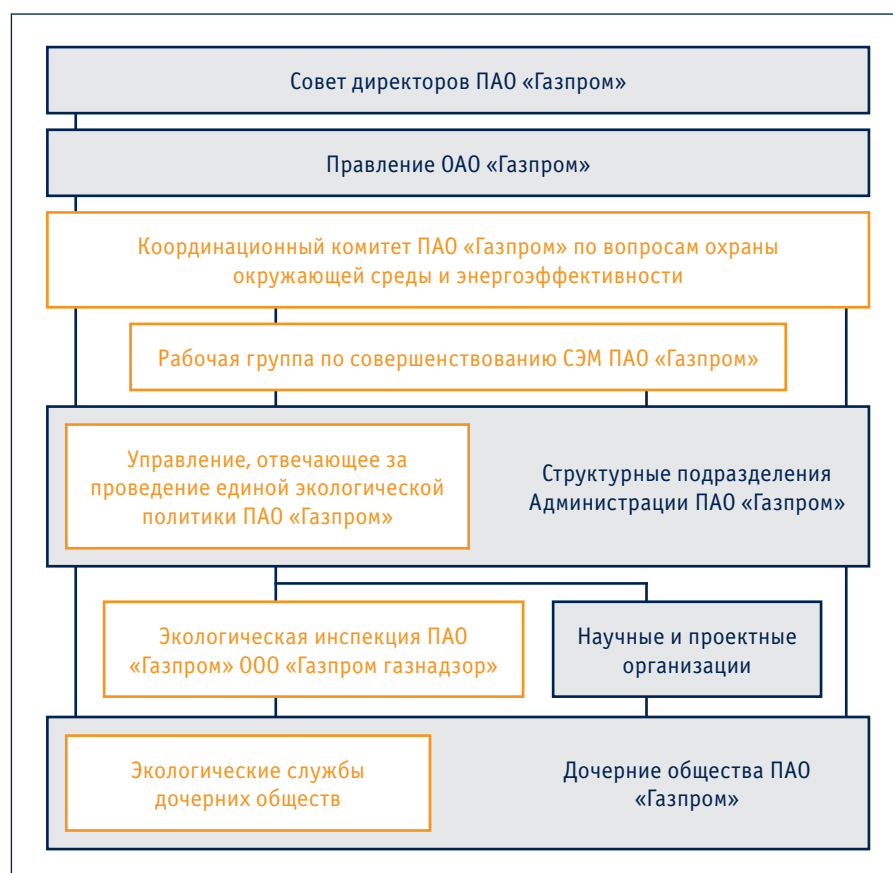


Рис. 1. Организационная структура управления энергосбережением в ПАО «Газпром»

Fig. 1. The organizational structure of power management in Gazprom PJSC

Ссылка для цитирования (for citation):

Гадельшина А.Р., Китаев С.В., Галикеев А.Р. Экологический аспект решения проблемы ресурсосбережения в ПАО «Газпром» // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 7–8. С. 102–107.

Gadelshina A.R., Kitaev S.V., Galikeev A.R. Environmental aspect of solving resource saving problems in Gazprom PJSC (In Russ.). Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2016, No. 7–8, pp. 102–107.



Рис. 2. Сертификат СЭМ ISO 14001:2004

Fig. 2. Certificate EMS ISO 14001:2004

законодательные акты РФ» уменьшение выбросов загрязняющих веществ газодобывающими и газотранспортными предприятиями законодательно обеспечено соответствующим сокращением размера платы за негативное воздействие на окружающую среду [10]. При этом возможен зачет денежных средств, потраченных на природоохранные мероприятия, в счет платы за негативное воздействие на окружающую среду. В дальнейшем проведение таких мероприятий может являться основанием для сокращения размеров санитарно-защитной зоны и соответствующего уменьшения затрат на ее благоустройство.

В 2014 г. в бюджеты различных уровней в качестве платы за негативное воздействие на окружающую среду Группой Газпром было перечислено 1746,9 млн руб., что на 1 205,6 млн руб меньше, чем в 2013 г. (табл.).

В условиях глобализации экономики ПАО «Газпром» осуществляет геолого-разведку и добычу природного газа, газового конденсата и нефти, их транспортировку, хранение, переработку и реализацию продукции и сырья не только в России, но и за рубежом. Стратегической задачей при этом является лидерство среди мировых энергетиче-

ских компаний. Но всеобщее признание в условиях сильнейшей конкуренции невозможно без организации ответственного отношения к сохранению благоприятной окружающей среды для нынешнего и будущего поколений [11]. Строгое соблюдение экологических стандартов традиционно является одной из отличительных особенностей работы ПАО «Газпром». При этом природоохранная деятельность Общества подлежит проверке и контролю со стороны органов государственной власти и субъектов РФ в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды (ООС). Такая взаимосвязь подразумевает взаимодействие Общества с Министерством природных ресурсов РФ, Федеральной службой по надзору в сфере природопользования, Федеральными агентствами водных ресурсов, лесного хозяйства и недропользования.

Одним из важных достижений ПАО «Газпром» было внедрение в 2011 г. системы экологического менеджмента (СЭМ) и успешное прохождение сертификации на соответствие международному стандарту ISO 14001:2004. Среди зарубежных и российских производителей наличие экологического сертификата является важной характеристикой

компаний. Сознывая ответственность, Общество взяло на себя добровольные обязательства по принятию и исполнению Экологической политики – документа, выражающего официальную позицию в отношении роли компании и ее обязательств в сохранении благоприятной окружающей среды в регионах своего присутствия.

Экологическая политика направлена на обеспечение соответствия деятельности предприятия характеру и масштабу рисков в области окружающей среды, постоянное улучшение СЭМ, достижение соответствия деятельности в области ООС применимым к деятельности предприятия законодательным актам и требованиям международного стандарта ISO 14001:2004. На рисунке 2 представлен сертификат СЭМ ISO 14001:2004 ООО «Газпром трансгаз Чайковский».

В Обществе также организован и проводится регулярный ведомственный производственный экологический контроль и производственный экологический мониторинг (ПЭК и М), который включает комплекс мероприятий, направленных на обеспечение проверки выполнения мероприятий ООС в процессе производственной и иной хозяйственной деятельности, рациональное использование и восстановление природных ресурсов, а также контроль соблюдения требований в области ООС, установленных природоохранным законодательством.

В ПАО «Газпром» создана и эффективно функционирует Экологическая инспекция, являющаяся структурным подразделением ООО «Газпром газнадзор» и осуществляющая инспекционный контроль над обеспечением соответствия деятельности дочерних обществ и организаций Общества требованиям законодательства в области охраны окружающей среды.

Экологическая инспекция помимо контроля над соблюдением требований решает задачи по повышению эффективности природоохранной деятельности организации, а также проводит внутренние аудиты СЭМ, осуществляет методическое сопровождение природоохранной деятельности дочерних обществ ПАО «Газпром». Деятельность

Экологической инспекции направлена на своевременное выявление и предотвращение нарушений требований природоохранного законодательства, проведение анализа проблемных вопросов, поиск альтернативных путей решения возникших проблем, а также обсуждение конкретных мероприятий по снижению негативного воздействия объектов газотранспортной системы на окружающую среду.

Большую роль в эффективном функционировании и постоянном совершенствовании внедренной СЭМ на объектах ПАО «Газпром» играют целевые программы повышения надежности ГТС, которые реализуются путем проведения комплекса мероприятий по внедрению специальной техники и оборудования для выполнения технологических операций, ремонта газопроводов без потери газа, использования энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий на ЛЧ МГ, КС и ГРС.

На газотранспортных предприятиях ПАО «Газпром» ежегодно разрабатываются и реализуются планы мероприятий по

энергосбережению. В состав таких планов входят энергосберегающие мероприятия по экономии природного газа, электрической и тепловой энергии, топливно-энергетических ресурсов. Контрольные функции над эффективным использованием газа на объектах Общества возложены на региональные филиалы ООО «Газпром газнадзор».

В 2014 г. в транспорте газа по Программе энергосбережения ПАО «Газпром» было запланировано 168 газосберегающих мероприятий с ожидаемой экономией 1476,03 млн м<sup>3</sup>. Выполнено – 182 с фактической экономией газа в объеме 1737,339 млн м<sup>3</sup> (в том числе 27 – дополнительно по собственным планам дочерних обществ с фактической экономией газа 64,386 млн м<sup>3</sup>), из них:

- 77 с фактической экономией 1147,779 млн м<sup>3</sup> направлены на снижение расхода газа на собственные технологические нужды (СТН);
- 86 с фактической экономией 401,972 млн м<sup>3</sup> направлены на снижение расхода газа на прочие технологические нужды;

- 19 с фактической экономией 186,342 млн м<sup>3</sup> направлены на снижение технологических потерь газа.

Основной экономический эффект в транспортировке газа получен за счет выполнения газосберегающих мероприятий, обеспечивающих снижение расхода природного газа на СТН за счет:

- оптимизации режимов работы ГТС;
- реконструкции и модернизации технологических объектов ЛЧ МГ, КС и ГРС;
- сокращения затрат газа на технологические нужды ЛЧ МГ, КС и ГРС (перекачка газа из выводимых в ремонт участков ЛЧ МГ, использование газа на СТН при проведении планово-предупредительных ремонтов (ППР), сбратывание газа потребителям при проведении ремонтных работ на ЛЧ МГ);
- сокращения потерь газа (замена дефектных шаровых кранов на ЛЧ МГ, КС и ГРС, устранение негерметичности шаровых затворов кранов с применением современных герметизирующих материалов и диагностического оборудования).



14-я Международная выставка газобаллонного, газозаправочного оборудования и техники на газомоторном топливе

18–20 октября 2016

Россия, Москва, КВЦ «Сокольники»



Газобаллонное оборудование  
Газозаправочное оборудование  
Техника на газомоторном топливе

Таблица. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в 2010–2014 гг.

Table. Charge for a negative impact on the environment in 2010–2014

Наименование Name	Размер платы за негативное воздействие по годам, млн руб. Charge for a negative impact over the years, mln roubles				
	2010	2011	2012	2013	2014
Группа Газпром Gazprom Group	1234,38	1017,24	1563,12	2952,51	1746,89
Компании газового комплекса Gas complex companies	444,41	411,18	443,91	600,36	619,85
в т. ч. ПАО «Газпром» incl. Gazprom PJSC	426,92	391,86	400,35	584,61	452,37

Существенный потенциал энергосбережения заложен в совершенствовании существующих средств оптимизации режимов работы ГТС для снижения энергозатрат и увеличения подачи газа. Оптимизация функционирования объектов ГТС – наиболее эффективная мера, позволяющая с минимальными затратами решить задачу газосбережения [12].

В 2014 г. валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников предприятий Группы Газпром составили 2 797,63 тыс. т, что на 9% ниже уровня 2013 г. Данное снижение обусловлено реализацией в ПАО «Газпром» комплекса мероприятий по сокращению выбросов метана в магистральном транспорте (рис. 3).

### В 2014 Г. НА ОБЪЕКТАХ МГ ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ УФА» БЫЛИ РЕАЛИЗОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ:

- врезка под давлением при ППР участков газопровода без прекращения транспорта газа (293,3 тыс. м<sup>3</sup>);
- выработка газа ГПА КС из ремонтируемых участков газопроводов (644,9 тыс. м<sup>3</sup>);
- выработка газа потребителям при проведении ремонтных работ на ЛЧМГ (268,1 тыс. м<sup>3</sup>);
- перепуск газа из участка с повышенным давлением в соседний участок с пониженным давлением газа при производстве сложных комплексов работ (4194,7 тыс. м<sup>3</sup>);
- оптимизация режимов работы КС и газопроводов (4564,1 тыс. м<sup>3</sup>);
- выявление и устранение технологических потерь газа (823,7 тыс. м<sup>3</sup>);



Рис. 3. Динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т

Fig. 3. Dynamics of gross emissions of pollutants into the air, ths. tons

- проведение очистки внутренней полости МГ очистными поршнями (425,9 тыс. м<sup>3</sup>);
- режимная наладка котельных (50,2 тыс. м<sup>3</sup>);
- кислотная промывка котлов (33,9 тыс. м<sup>3</sup>).

За счет реализации ресурсосберегающих мероприятий достигнуты энергосберегающий эффект в объеме 11392,3 тыс. м<sup>3</sup>, экологический эффект – 7803,726 т.

В 2014 г. на объектах МГ ООО «Газпром трансгаз Чайковский» были реализованы следующие ресурсосберегающие мероприятия:

- перепуск газа на соседние участки перед проведением ремонтных работ, в т.ч. с применением МКУ (12 908,777 тыс. м<sup>3</sup>);
- сбрасывание газа на отключаемых участках газопроводов путем отбора потребителями через ГРС перед проведением ремонтных работ (5639,257 тыс. м<sup>3</sup>);
- использование газа в качестве топливного из контура и охранной зоны выводимых в ремонт КЦ (1648,865 тыс. м<sup>3</sup>);
- замена дефектной запорной арматуры на ЛЧМГ с использованием технологии врезки под давлением (12 646,874 тыс. м<sup>3</sup>);

- подача газа в газопровод-отвод «Чусовой – Березники – Соликамск» через узел редуцирования СРТО – «Чусовой – Березники – Соликамск» (9287,779 тыс. м<sup>3</sup>).

За счет реализации ресурсосберегающих мероприятий в отчетном году достигнуты энергосберегающий эффект в объеме 61 190 тыс. м<sup>3</sup> и экологический эффект 42 131,551 т.

Применение технологии выработки газа для сброса давления в газопроводе до начала ремонтных работ обеспечивает значительную экономию топливно-энергетических ресурсов и сокращение эмиссии метана в атмосферу, поскольку в идеале можно получить до 90% товарного газа из объема, предполагаемого для стравливания.

### НА ВЫБОР СПОСОБА ВЫРАБОТКИ ГАЗА ОКАЗЫВАЮТ ВЛИЯНИЕ РЯД КРИТЕРИЕВ:

- ограничение по времени проведения работ (обеспечение минимального времени простоя и выработки);
- минимальное остаточное давление (глубина выработки);
- материально-технические и эксплуатационные затраты;
- обеспечение необходимых объемов транспортировки в соответствии с новым заданием;

• эффективное планирование проведения комплекса работ по ремонту и техническому обслуживанию на участке газопровода.

Каждый из вышеперечисленных способов обеспечивает определенную экономию газа и имеет при этом свои ограничения, а значит, и недостатки. Но независимо от выбранной технологии сокращение эмиссии газа из отключаемого участка прямо пропорционально величине снижения давления на момент, предшествующий стравливанию газа. То есть наибольший энергосберегающий эффект будет достигнут при максимальном снижении давления газа на отключенном участке.

Поскольку сама отрасль непрерывно развивается, то постоянно происходит и обновление методов и подходов к мониторингу и решению комплексных задач ресурсосбережения и экологии. Особую популярность в последнее время приобретают способы детектирования метана в атмосферном воздухе и автоматической сигнализации о превышении его концентрации заданного порога на КС. Дистанционный лазерный детектор метана ДЛС-КС способен определить суммарную концентрацию метана на расстоянии до 150 м. Для идентификации утечек природного газа через трубопроводную арматуру подземного и наземного исполнения на объектах ЛЧМГ, КС и ГРС успешно ис-

пользуются акустические тестеры ТА-3 «Искатель-2» и ТА-4 «Искатель-4» [11]. Перспективными с точки зрения обеспечения дополнительного объема ресурсосбережения могут стать способы замера остаточного количества кислорода в газозудной смеси газоанализатором АНКАТ-7631 Микро-02-ВД вместо продувки отремонтированного участка газопровода трехкратным объемом газа, методы оптимизации количества пылеуловителей на ГРС со снижением расхода газа на их продувку за счет вывода части пылеуловителей в резерв, а также новые безреагентные технологии эксплуатации вспомогательного газоиспользующего теплотехнического оборудования.

#### Литература:

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. Утв. распоряжением Правительства РФ №1715-р от 13.11.2009.
2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изм. и доп. от 28.12.2013, вступил в силу 10.01.2014).
3. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 321 «Об утверждении государственной программы РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики».
4. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.06.2014 № 398 «Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчетности о ходе их реализации».
5. Федеральный закон от 03.04.1996 № 28-ФЗ «Об энергосбережении».
6. Указ Президента РФ от 04.06.2008 № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
7. Постановление Правления ОАО «Газпром» от 22.01.2009 № 3 «О перспективах разработки и внедрения газо- и энергосберегающих технологий и их влиянии на оптимизацию топливно-энергетического баланса РФ».
8. Приказ ОАО «Газпром» от 09.10.2000 № 77 «Об организации работ по энергосбережению в ОАО «Газпром».
9. Распоряжение Президента РФ от 17.12.2010 № 861-рп «О климатической доктрине РФ».
10. Федеральный закон от 21.07.14 № 219 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ».
11. Галикеев А.Р. Воздействие объектов газотранспортной системы на окружающую среду. Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014. 144 с.: ил.
12. Байков И.Р., Китаев С.В., Шаммазов И.А. Методы повышения энергетической эффективности трубопроводного транспорта природного газа. СПб.: Недра, 2008. 440 с.: ил.

#### References:

1. Energy Strategy of Russia for the period up to 2030 Approved by Resolution of the Government of Russian Federation No. 1715, dated 13.11.2009. (In Russian)
2. Federal Law No.261-FZ "On energy saving and energy efficiency improvements and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 23.11.2009 (rev. and ext. dated 28.12.2013, entered into force dated 01.10.2014). (In Russian)
3. The Resolution of the Government of Russian Federation No. 321 "On Approval of Russian Federation State Program" Energy efficiency and energy development" dated 04.15.2014. (In Russian)
4. Order of the Ministry of Energy of Russia No. 398 "On approval of requirements to the form of programs in the field of energy saving for and energy efficiency of organizations, with the participation of the state and the municipality, organizations engaged in regulated activities, and reporting on the progress of their implementation" dated 30.06.2014. (In Russian)
5. Federal Law No. 28-FZ "On energy saving" dated 03.04.1996. (In Russian)
6. The Decree of the President No. 889 "On some measures to improve the energy and environmental efficiency of the Russian economy" dated 04.06.2008. (In Russian)
7. Resolution of the Board of Gazprom PJSC No. 3 "On the prospects of development and implementation of gas and energy saving technologies and their impact on the optimization of the energy balance of the Russian Federation" dated 22.01.2009. (In Russian)
8. Gazprom PJSC Order No. 77 "On the organization of works on energy saving in Gazprom PJSC" dated 09.10.2000. (In Russian)
9. Order of the President of the Russian Federation No. 861-rp "On the Climate Doctrine of the Russian Federation" dated 17.12.2010. (In Russian)
10. Federal Law No. 219 "On Amendments to the Federal Law" On Environmental Protection" and Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 21.07.2014. (In Russian)
11. Galikeev A.R. Impact of the objects of gas transportation system on the environment. Ufa, Guillem, Bashk. Encyc., 2014, 144 pp., ill. (In Russian)
12. Baikov I.R., Kitaev S.V., Shammazov I.A. Methods of the energy efficiency of natural gas pipelines improvement. Saint Petersburg, Nedra, 2008, 440 pp., ill. (In Russian)