

УДК 622.276.53

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО МОНИТОРИНГУ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ ГАЗА**

**INNOVATIVE SOLUTIONS FOR MONITORING ENERGY EFFICIENCY GAS  
PRODUCTION FACILITIES**

Петухов И.С., Глазунов В.Ю., Хафизов А.Р., Давлетов К.М.

«Городской центр экспертиз», г. Надым, Российская Федерация  
ИТЦ ООО «Газпром добыча Надым», г. Надым, Российская Федерация  
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

I.S. Petukhov, V.Yu. Glazunov, A.R. Hafizov, K.M. Davletov

“Town center of expertise”, Nadym, the Russian Federation  
ITC LLC “Gazprom mining Nadym”, Nadym, the Russian Federation  
FSBEI of HPE “Ufa State Petroleum Technological University”,  
Ufa, the Russian Federation

e-mail: hafizov57@mail.ru

**Аннотация.** Для эффективного использования оборудования необходимо выполнение одного обязательного условия – наблюдаемости показателей энергоэффективности. На практике это условие означает наличие достаточного количества приборов учёта технологических параметров, расхода энергоресурсов и выполняемой полезной работы (например, объема добычи газа). Для обеспечения учета статей расхода газа на собственные технологические нужды (СТН) на предприятии создана информационная система «Диспетчер», включающая программу «Учет газа на собственные нужды», при помощи которой собираются сведения по всем филиалам предприятия.

Повышение показателей энергоэффективности является важным аспектом в производственной деятельности ООО «Газпром добыча Надым», которое идет сразу по двум основным направлениям повышения энергоэффективности: внедряется новое современное оборудование и технологии, а также реализуется использование существующего оборудования наиболее рациональным образом.

Авторами данной статьи рассматривается только второе направление, как наиболее эффективное по соотношению стоимости и получаемого экономического эффекта.

В ООО «Газпром добыча Надым» это условие, с некоторыми оговорками, выполняется для большей части технологического оборудования. Поэтому становится возможным нормировать энергопотребление, как отдельных единиц

оборудования, так и объектов на более высоких уровнях иерархии, от компрессорного цеха дожимной компрессорной станции (ДКС) и установки комплексной подготовки газа (УКПГ) до месторождений и предприятия в целом.

**Abstract.** For efficient use of the equipment necessary to satisfy a prerequisite - observability energy efficiency. In practice, this condition means that there are sufficient metering process parameters of energy consumption and to perform useful work (eg, gas production). To ensure consideration of articles of gas consumption for its own technological needs (STN) in the enterprise information system created "Manager", which includes the program, "Accounting for the gas for its own needs", by which collects information on all branches of the company.

Improving energy efficiency is an important aspect in the production of LLC "Gazprom mining Nadym" that comes from two main ways to improve energy efficiency: the new introduced advanced equipment and technology, as well as implemented the use of existing equipment in the most rational way.

The authors of this article addresses only the second direction as the most effective ratio value and the resulting economic impact.

In "Gazprom mining Nadym" this condition, with some reservations, executed for the most part of the process equipment. Therefore, it is possible to normalize the energy consumption of individual pieces of equipment and facilities at the higher levels of the hierarchy, from the compressor shop booster compressor station (BCS) and complex gas (GPP) to the fields and the whole enterprise.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, ИАС «Диспетчер, ИАС «Газпром добыча Надым – Энергомонитор», дожимная компрессорная станция (ДКС), удельный расход газа (УРГ), собственные технологические нужды (СТН), энергопотребляющие объекты, расходомерные узлы.

**Key words:** energy efficiency, IAS "Manager, IAS "Gazprom mining Nadym - Energomonitor" booster compressor station (BCS), specific fuel gas (URG), own technological needs (STN), energy-consuming facilities, flow metering units.

## **Введение**

В настоящее время ООО «Газпром добыча Надым» обеспечивает рациональную систему разработки Медвежьего, Юбилейного, Ямсовейского и Бованенковского месторождений. В соответствии с концепцией энергосбережения и повышения энергоэффективности ОАО «Газпром» на 2011–2020 гг., минимальный уровень ежегодной экономии природного газа на собственные нужды должен составлять 1,2%, поэтому важной составляющей разработки всех месторождений является соблюдение эффективного использования газа на собственные технологические нужды (СТН). Для обеспечения учета статей расхода газа на СТН на предприятии создана

информационная система «Диспетчер», включающая программу «Учет газа на собственные нужды», при помощи которой собираются сведения по всем филиалам предприятия. Для анализа эффективности расхода газа на различные статьи собственных нужд в 2012 году была начата научно-исследовательская работа (НИР) по созданию концепции системы мониторинга энергоэффективности на основе прогрессивных моделей нормирования потребления природного газа. Промежуточным итогом данной работы явился прототип информационно-аналитической системы (ИАС) «Газпром добыча Надым – Энергомонитор», который позволил обработать накопленную в системе «Диспетчер» информацию по параметрам технологического процесса и апробировать предложенные в НИР подходы к мониторингу энергоэффективности.

Повышение показателей энергоэффективности является важным аспектом в производственной деятельности ООО «Газпром добыча Надым», и Общество идёт сразу по двум основным направлениям повышения энергоэффективности: внедряется новое современное оборудование и технологии, а также реализуется использование существующего оборудования наиболее рациональным образом. В рамках данной статьи рассматривается только второе направление, как наиболее эффективное по соотношению стоимости и получаемого экономического эффекта.

Для эффективного использования оборудования необходимо выполнение одного обязательного условия – наблюдаемости показателей энергоэффективности. На практике это условие означает наличие достаточного количества приборов учёта технологических параметров, расхода энергоресурсов и выполняемой полезной работы (например, объема добычи газа). В Обществе это условие, с некоторыми оговорками, выполняется для большей части технологического оборудования. Поэтому становится возможным нормировать энергопотребление, как отдельных единиц оборудования, так и объектов на более высоких уровнях иерархии, от компрессорного цеха дожимной компрессорной станции (ДКС) и установки комплексной подготовки газа (УКПГ) до месторождений и предприятия в целом.

Нормировать расход газа на СТН можно следующими способами:

1. Используя динамически меняющиеся нормы (на основе статистических или физических моделей).
2. Используя статичные отраслевые нормативы.

Для осуществления нормирования необходимо сначала сформировать показатели энергоэффективности. Например, для потребления газа показатель энергоэффективности может быть выражен как отношение количества газа на СТН к количеству продукции (объему добытого или подготовленного товарного газа) или к политропной работе сжатия. Но так будет получено только фактическое значение удельного расхода газа (УРГ), а потенциал

энергосбережения невозможно определить без определения норм УРГ и сопоставления фактического УРГ с этими нормами.

Все энергопотребляющие объекты, даже однотипные, имеют свои особенности: разная наработка, разный подход к обслуживанию, использование исходного сырья с разным качеством и химическим составом, неравномерность нагрузки, изменение условий работы при мере падения пластового давления, расположение в разных климатических условиях и др. Как следствие, нормы удельного расхода энергоресурсов будут различаться. Специалисты Инженерно-технического центра и газодобывающих управлений Общества проводят большую ежегодную работу по расчёту фактических значений показателей энергоэффективности и сопоставлению их с нормами и отраслевыми нормативами. При разработке ИАС «Газпром добыча Надым – Энергомонитор» был учтён весь накопленный опыт, и реализована возможность рассчитывать и сравнивать между собой показатели энергоэффективности и динамически меняющиеся нормы для этих показателей. Сравнение показателей энергоэффективности с динамическими нормами, учитывающими все значимые влияющие факторы, позволяет определять факты превышения норм и достигнутой экономии, и для каждого такого случая идентифицировать основные причины.

Для определения динамически меняющихся норм показателей энергоэффективности существует два основных подхода:

1. Использование физических моделей для определения теоретически достижимых минимальных значений.
2. Использование статистических моделей для определения фактически достигнутых минимальных значений.

Первый подход предполагает построение физических моделей работы оборудования, которые позволяют определить теоретически достижимые минимальные уровни потребления энергоресурсов, которые, впрочем, могут быть никогда не достигнуты, т.к. условия работы оборудования могут отличаться от проектных, а само оборудование может быть изношено. Физические модели позволяют достаточно адекватно оценить необходимость модернизации отдельных узлов или проведения капитальных ремонтов оборудования, т.е. отвечают за стратегию управления энергоэффективностью.

Второй подход предполагает, что практика – лучший критерий истины. Для построения моделей используют статистические данные за прошедший период эксплуатации, полагая, что они отражают все возможные режимы работы. Приоритет отдаётся наиболее поздним данным, т.к. исходя из того соображения, что на предприятии ведётся целенаправленная политика по энергосбережению. За счёт этого обеспечивается постоянная актуализация моделей и планомерное снижение норм. Статистические модели оказываются ценными для оперативной оценки эффективности работы оборудования, т.е. больше подходят для тактических действий по управлению энергоэффективностью.

Для построения статистических моделей важно понимать, какие факторы повлияли на расход энергоресурса (например, на расход газа на СТН, или расход электроэнергии на охлаждение газа и т.п.). Определив факторы, можно оценить, были ли они объективными, можно ли на них как-то повлиять, можно ли провести работы по снижению влияния этих факторов. Среди всего многообразия факторов можно выделить четыре крупные группы (рисунок 1):

1. Производимая полезная работа или целевой эффект (объем добычи газа, объем подготовленного товарного газа, политропная работа сжатия и т.п.)

2. Параметры исходного сырья (термобарические условия, компонентный состав газа и т.п.)

3. Параметры технологического режима (схема подключения и количество работающего оборудования и цехов, нагрузка и топливно-энергетические показатели, показатели качества подготовки газа и т.п.)

4. Внешние факторы (температура и давление наружного воздуха, температура транспорта газа и грунта и т.п., в том числе, режимные директивы ЦПДД ОАО «Газпром»).

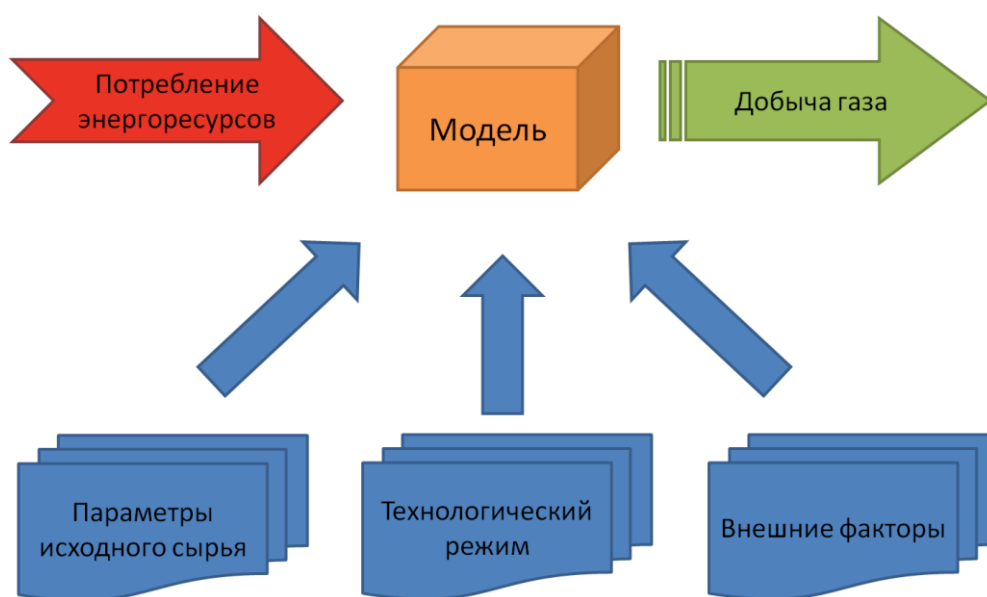


Рисунок 1. Основные группы влияющих факторов

### **ИАС «Газпром добыча Надым – Энергомонитор»**

Построенная на вышеописанных принципах ИАС «Газпром добыча Надым – Энергомонитор» позволяет строить физические и статистические модели норм и сопоставлять их с показателями энергоэффективности. Для примера на рисунке 2 приведен диапазон норм одного из показателей энергоэффективности. Зелёной линией обозначена нижняя граница, красной – верхняя граница норм. Синяя линия представляет собой фактические значения показателя энергоэффективности в каждый конкретный момент времени. Коричневая, серая

и голубая линии представляют собой значения различных технологических параметров.



Рисунок 2. Диапазон норм

Если фактическое значение показателя энергоэффективности укладывается в диапазон норм, то считается, что нормы соблюдаются. Как только фактическое значение показателя энергоэффективности превышает верхнюю границу, считается, что нормы превышаются, и производится оповещение пользователя. Возможна и обратная ситуация, когда фактическое значение оказывается ниже нормы, что трактуется как достигнутая экономия.

Таким образом, пользователи ИАС получают возможность следить за соблюдением норм – вся информация о количестве превышений, времени и относительной величине последнего превышения доступна на главной странице (рисунок 3).

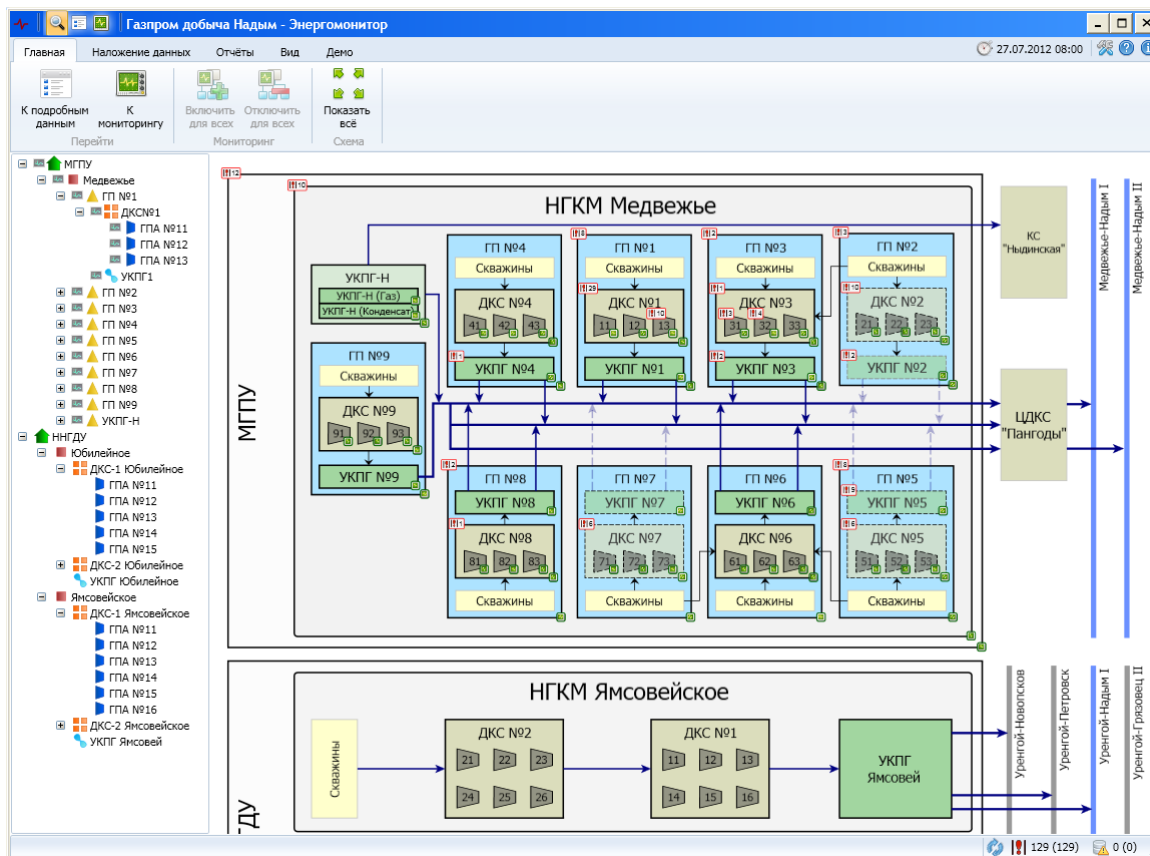


Рисунок 3. Оповещение о количестве превышений норм

При отклонениях от норм в любую сторону ИАС даёт возможность определить вклад каждого из влияющих факторов в это отклонение, что помогает принимать управленческие решения (рисунок 4). В одном окне можно вывести любые влияющие факторы и сопоставить их между собой. В случае обнаружения превышений, возможно принятие решений:

- проверка системы учета потребления газа на СТН (включая расходомерные узлы);
- выбор эффективных единиц оборудования с исправным техническим состоянием;
- перераспределение нагрузки между работающим оборудованием на различных уровнях;
- изменение количества работающего оборудования;
- изменение технологического режима газового промысла (ГП);
- перераспределение отборов газа между ГП и месторождениями.

В случае достижения экономии, возможно формирование набора лучших практик по достижению энергоэффективных режимов, и их применение в аналогичных ситуациях. Это достаточно сложная задача, требующая систематизации и обобщения наблюдений, поскольку характер режимов работы газопромыслового оборудования является не только динамически переменным в



зависимости от потребности рынка, но и неповторимым по мере падения пластового давления, а также при наращивании или сокращении мощностей, реконструкции и модернизации объектов.

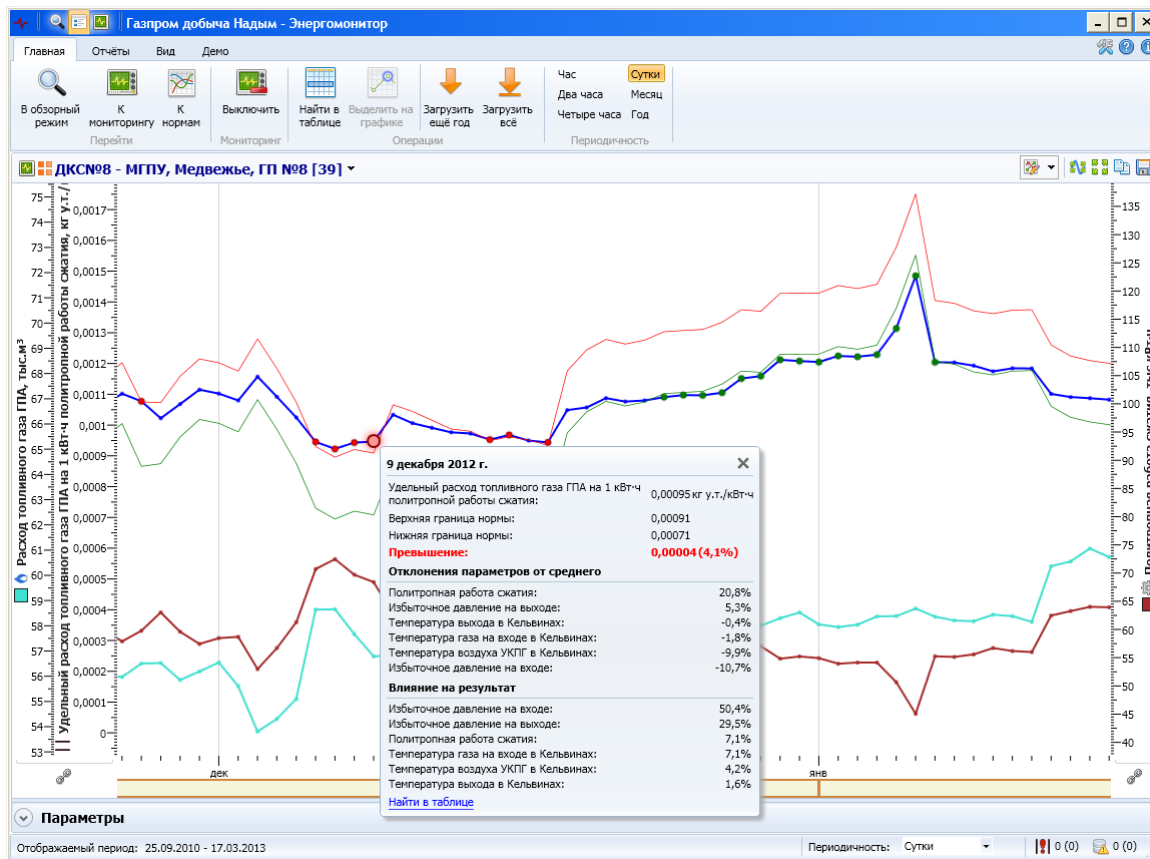


Рисунок 4. Определение причин превышений

Все необходимые расчёты осуществляются в ИАС «Газпром добыча Надым – Энергомонитор» автоматически, без участия пользователя. Система выделяет основные параметры, влияющие на показатели энергоэффективности, и с заданной периодичностью производит актуализацию статистических моделей, выбор лучшей из них и пересчёт норм. Аналогичным образом производится расчёт норм по физическим моделям. Пользователю остаётся реагировать на оповещения системы об отклонениях от норм, критически анализировать их причины и, при наличии такой возможности, принимать адекватные ответные меры.

## Выводы

Исследование современных мировых тенденций показывает, что на сегодняшний день наблюдается бурное развитие информационно-аналитических систем в области энергоэффективности. Определенный интерес в силу уровня своего соответствия заявляемым требованиям вызывают программные продукты



сrmPlus Energy Manager компании ABB, Struxure Ware от Schneider Electric, EMC производства Siemens, SRP от Verisae и Energy Dashboard от Honeywell. Анализ решений от этих компаний и еще более двухсот других можно найти в аналитических исследованиях независимых аналитиков Verdantix (Green Quadrant Energy Management Software 2013) и Groom Energy Solutions (Enterprise Smart Grid Vendors).

Несмотря на количество предлагаемых решений, в том числе и от мировых брендов, можно констатировать, что подавляющее большинство из них нацелены на сбор и визуализацию фактических значений удельных расходов и технологических параметров работы оборудования. Лишь единичные решения (от компаний ABB и Schneider Electric) позволяют создавать простые модели для нормирования показателей энергоэффективности. В этой связи следует отметить, что научно-исследовательская работа, ведущаяся в ООО «Газпром добыча Надым», оказывается на уровне лучших достижений мировой науки, а получаемая информационно-аналитическая система «Газпром добыча Надым – Энергомонитор» обладает не только удобными средствами визуализации, но и строит многофакторные статистические и физические модели.

#### **Список используемых источников**

1. Кубанов А.Н., Сулейманов В.А., Туревский Е.Н. Анализ вариантов подготовки газа Бованенковского ГКМ и условий эксплуатации газопровода // Газовая промышленность. 1994. № 3. С. 8.
2. Кубанов А.Н. Особенности применения НТС для подготовки газа Бованенковского ГКМ // Газовая промышленность. 1994. № 7. С. 15.
3. Кубанов А.Н. Особенности использования процесса НТС для подготовки к транспорту тощих газов месторождений полуострова Ямал: сб. ст. // Материалы научно-технического совета РАО «Газпром» (Саратов, октябрь 1995 г.). М.: ИРЦ Газпром, 1996. С. 94-100.

#### **References**

1. Kubanov A.N., Sulejmanov V.A., Turevskij E.N. Analiz variantov podgotovki gaza Bovanenkovskogo GKM i uslovij jekspluatacii gazoprovoda // Gazovaja promyshlennost'. 1994. № 3. S. 8. [in russian].
2. Kubanov A.N. Osobennosti primenenija NTS dlja podgotovki gaza Bovanenkovskogo GKM // Gazovaja promyshlennost'. 1994. № 7. S. 15. [in russian].
3. Kubanov A.N. Osobennosti ispol'zovanija processa NTS dlja podgotovki k transportu toshhih gazov mestorozhdenij poluostrova Jamal: sb. st. // Materialy nauchno-tehnicheskogo soveta RAO "Gazprom" (Saratov, oktjabr' 1995 g.). M.: IRC Gazprom, 1996. S. 94-100. [in russian].

**Сведения об авторах**  
**Information about authors**

Петухов И.С., канд. техн. наук, начальник отдела перспективных разработок группы компаний «Городской центр экспертиз», г. Надым, Российская Федерация

I.S. Petukhov, Candidate of Technical Sciences Head of promising developments of group of companies "Town center of expertise", Nadym, the Russian Federation

Глазунов В. Ю., руководитель группы специалистов по моделированию и оптимизации режимов работы систем подготовки газа к транспорту, ИТЦ ООО «Газпром добыча Надым», г. Надым, Российская Федерация

V. Yu. Glazunov, head of the specialist group on modeling and optimization of production systems to transport gas, ITC LLC. "Gazprom mining Nadym", Nadym, the Russian Federation

Хафизов А. Р., д-р техн. наук, декан ГНФ, ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

A. R. Hafizov, Doctor of Technical Sciences, dean of the mountain - petroleum faculty, FSBEI of HPE "Ufa State Petroleum Technological University", Ufa, the Russian Federation

**e-mail: hafizov57@mail.ru**

Давлетов К.М., д-р техн. наук, начальник служб ИТЦ ООО «Газпром добыча Надым», г. Надым, Российская Федерация

K.M. Davletov, Doctor of Technical Sciences, Head of ITC services "Gazprom mining Nadym", Nadym, the Russian Federation