КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Важенина Лариса Витальевна,
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, организации и управления производством ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет» , г. Тюмень
vagenina@rambler.ru

Методический подход к оценке эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа

Аннотация. *В работе рассмотрен метод анализа иерархий к оценке эффективности использования энергоресурсов на предприятиях магистрального транспорта газа. Он позволяет детально исследовать потребление энергетических ресурсов каждой единицей оборудования, расход ресурсов на технологические операции и создание комфортных условий, оценить состояние систем учета и организации работ по повышению эффективности использования энергоресурсов.*
Ключевые слова: *энергоресурсы, эффективность, использование, магистральный транспорт газа, компрессорные станции.*

Топливно-энергетический комплекс России всегда играл важную роль в экономике страны. За годы реформ в связи с резким падением объемов производства во всех отраслях экономики его роль еще более возросла.

В основе повышения эффективности любого производства лежит экономия производственных ресурсов всех видов. В связи с непрерывным ростом стоимости энергоресурсов в стране, увеличением себестоимости транспорта газа, невозобновляемостью природных ресурсов, важнейшими направлениями работ в области магистрального транспорта газа следует считать разработки, направленные на снижение и экономию энергозатрат, а также будут актуальными современные подходы к оценке уровня рационального потребления и энергосбережения ресурсов. В качестве объекта исследовании было выбрано дочернее предприятие ОАО «Газпром», занимающееся магистральным транспортом газа.

На предприятии оценка потребления энергоресурсов является разрозненной, и не отражает в полной мере эффективности их использования в целом. Поэтому существует необходимость в применении таких методов, которые позволят оценить эффективность использования энергоресурсов на предприятии и работу энергохозяйства в целом, в частности применительно к трубопроводному транспорту газа.

В предыдущем исследовании [1] авторами рассматривался балльный метод оценки эффективного потребления энергоресурсов на предприятиях магистрального транспорта газа. В настоящем исследовании авторами предлагается применить метод анализа иерархий (разработанный Т. Саати) для проведения обобщенной оценки эффективности потребления энергоресурсов в магистральном транспорте газа.

Целью проведения анализа методом иерархий является выявление направлений нерационального потребления энергоресурсов на предприятии с помощью ранжирования этих направлений по значимости и приоритетности.

В соответствии с предлагаемой методикой заключение об эффективности потребления энергоресурсов дается на основании результатов проверки таких направлений, как учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов; потребление энергоресурсов по направлениям использования и организации работы по повышению эффективности использования энергоресурсов.

На первом этапе была построена иерархия, которая включает в себя шесть уровней: фокус, первичные факторы, акторы, цели акторов, контрастные сценарии и обобщенный сценарий (рис. 1).

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

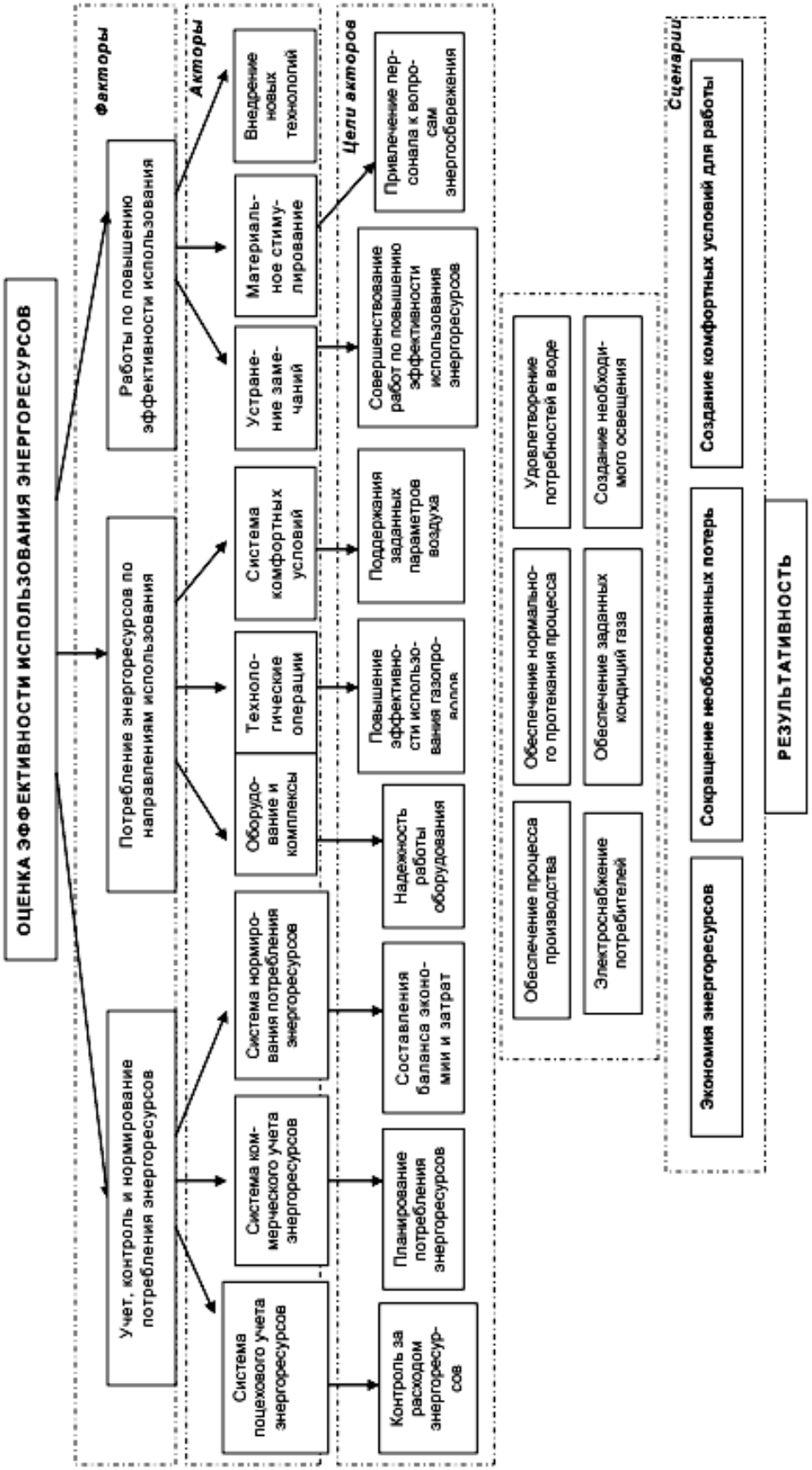

Рис. 1. Иерархия уровней

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Затем построено множество матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней по одной матрице для каждого элемента, примыкающего сверху уровня (табл. 1–2). Для установления относительной важности элементов иерархии использовалась шкала отношений [2].

Таблица 1

Степень влияния факторов на рациональное использование энергоресурсов

Фактор	***Фактор***			***Всего по факторам***
	Учет, контроль и нормирование потребления ресурсов	***Потребление энергоресурсов по направлениям использования***	***Работы по повышению эффективности использования***	
Учет, контроль и нормирование потребления ресурсов	1,00	0,20	0,20	1,40
Потребление энергоресурсов по направлениям использования	5,00	1,00	3,00	9,00
Работы по повышению эффективности использования	5,00	0,33	1,00	6,33
Всего по факторам	11,00	1,53	4,20	16,73
W	0,08	0,54	0,38	
λ_{max}	3,34			

Таблица 2

Степень влияния акторов на факторы рационального использования энергоресурсов

Актор	***Фактор***		
	Учет, контроль и нормирование потребления ресурсов	***Потребление энергоресурсов по направлениям использования***	***Работы по повышению эффективности использования***
Система коммерческого учета энергоресурсов	0,35		
Система поцехового учета энергоресурсов	0,45		
Система нормирования потребления энергоресурсов	0,20		
Оборудование и комплексы		0,50	
Система комфортных условий		0,30	
Технологические операции		0,20	
Устранение замечаний			0,35
Использование новых технологий			0,25
Материальное стимулирование			0,40
λ_{max}	5,38	6,70	5,91

На втором уровне иерархии есть только одна матрица парных сравнений, которая определяет, какой из факторов в большей степени влияет на рациональное использование энергоресурсов. Проводится расчет главного собственного вектора *W,* состоящего из (W_1, W_2, W_3): $W_1 = 1,4 / 16,73 = 0,08$; $W_2 = 9 / 16,73 = 0,54$; $W_3 = 6,33 / 16,73 = 4,20$.

Из расчетов видно, что наиболее доминирующим фактором является потребление энергоресурсов по направлениям использования – 0,54, на втором месте – работы по повышению эффективности использования энергоресурсов – 0,38.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Каждая пара акторов сравнивается относительно степени воздействия на факторы. Результаты приведены в табл. 2. Далее необходимо определить важность целей акторов. Цели каждого из 8 акторов сравнивались попарно. В результате получены векторы приоритетов, отражающие упорядочение и веса, и таким образом на основании табл. 2 строиться матрица принятия решений табл. 3.

Таблица 3

Построение матрицы принятия решений

A	***B***	***C***	∑
0,35	–	–	0,0294
0,45	–	–	0,0378
0,20	–	–	0,0168
–	0,50	–	0,2690
–	0,30	–	0,1614
–	0,20	–	0,1076
–	–	0,35	0,1323
–	–	0,25	0,0945
–	–	0,40	0,1512

На следующем этапе находится степень важности акторов относительно факторов на будущее рационального использования энергоресурсов. Для определения влияния факторов на будущее рационального использования энергоресурсов на предприятии выполняются следующие вычисления. Каждое значение *A, B, C* умножается на соответствующее значение *W*. В итоге получается сумма по каждому актору и можно сделать вывод, какой из них оказывает наибольшее воздействие на первичные факторы влияния рационального использования энергоресурсов на предприятии.

Поскольку на акторы оборудование и комплексы, систему комфортных условий и материальное стимулирование приходится более 50% воздействия на первичные факторы влияния рационального использования энергоресурсов, то в дальнейшем будем использовать эти акторы для получения весов сценария.

Теперь находим важные цели для акторов, умножая собственный вектор целей на соответствующий вес актора:

1. Для потребления электрической энергии и природного газа:

$$\begin{vmatrix} 0{,}4 \\ 0{,}35 \\ 0{,}25 \end{vmatrix} \times 0{,}269 = \begin{vmatrix} 0{,}1076 \\ 0{,}0942 \\ 0{,}0673 \end{vmatrix}$$

2. Для потребления тепловой энергии:

$$\begin{vmatrix} 0{,}33 \\ 0{,}27 \\ 0{,}4 \end{vmatrix} \times 0{,}1614 = \begin{vmatrix} 0{,}0533 \\ 0{,}0436 \\ 0{,}0646 \end{vmatrix}$$

3. Для материального стимулирования:

$$\begin{vmatrix} 0{,}2 \\ 0{,}15 \\ 0{,}15 \\ 0{,}5 \end{vmatrix} \times 0{,}1512 = \begin{vmatrix} 0{,}0302 \\ 0{,}0227 \\ 0{,}0227 \\ 0{,}0756 \end{vmatrix}$$

Используя шесть целей с максимальным значением и нормализуя их веса, получим следующий результирующий вектор весов целей. Для этого необходимо найти коэффициент нормализации.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

$K_{норм}$ = 1 / Σ важнейших целей = 1 / 0,4255 = 2,351.

Умножая вектор важных целей для акторов на коэффициент нормализации, получаем следующий результирующий вектор весов целей. Сумма весов целей результирующего вектора равна единице.

$$\begin{vmatrix} 0{,}1076 \\ 0{,}0942 \\ 0{,}0533 \\ 0{,}0646 \\ 0{,}0302 \\ 0{,}0756 \end{vmatrix} \times 2{,}351 = \begin{vmatrix} 0{,}253 \\ 0{,}221 \\ 0{,}126 \\ 0{,}152 \\ 0{,}071 \\ 0{,}177 \end{vmatrix}$$

Полученный нормированный вектор приоритетов будет применен в дальнейшем для получения весов сценариев.

На следующем этапе определяется степень влияния сценариев на цели акторов. Результаты обработки матриц парных сравнений представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты обработки матриц парных сравнений

Сценарий	***Цель актора***					
	Надежность работы оборудования	***Обеспечение процесса производства***	***Поддержание заданных параметров воздуха***	***Создание необходимого уровня освещенности***	***Контроль за расходом энергоресурсов***	***Привлечения персонала к вопросам энергоснабжения***
Экономия энергоресурсов:						
1. Газа	0,30	0,55			0,30	0,15
2. Электрической энергии	0,15			0,30	0,15	0,20
3. Тепловой энергии			0,20		0,15	0,20
Сокращение необоснованных потерь энергоресурсов	0,55	0,45	0,20	0,20	0,40	0,45
Создание комфортных условий для работы			0,6	0,50		

Для получения весов сценариев относительно фокуса иерархии (рационального использования энергоресурсов) умножим матрицу, сформированную из значений векторов приоритетов сценариев, на вектор весов целей (табл. 5).

Затем каждое значение вектора приоритетов сценариев из матрицы умножаем на результирующий вектор весов целей и получаем:

Экономия газа = (0,3 × 0,253) + (0,55 × 0,221) + (0,3 × 0,071) + (0,15 × 0,177) = 0,246.

Экономия электрической энергии = (0,15 × 0,253) + (0,3 × 0,152) + (0,15 × 0,71) + + (0,2 × 0,177) = 0,13.

Экономия тепловой энергии = (0,2 × 0,126) + (0,15 × 0,071) + (0,2 × 0,177) = 0,096.

Сокращение необоснованных потерь энергоресурсов = (0,55 × 0,253) + (0,45 × × 0,221) + (0,2 × 0,126) + (0,2 × 0,152) + (0,4 × 0,071) + (0,45 × 0,177) = 0,4.

Создание комфортных условий для работы = (0,6 × 0,126) + (0,5 × 0,152) = 0,165.

Анализ результирующего вектора приоритетов показывает, что сценарий «сокращение необоснованных потерь» имеет наибольший вес – 0,4 и, следовательно, наиболее вероятен.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Таблица 5

Матрица значений векторов приоритетных сценариев

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*
0,3	0,55	–	–	0,30	0,15
0,15	–	–	0,30	0,15	0,20
–	–	0,20	–	0,15	0,20
0,55	0,45	0,20	0,20	0,40	0,45
–	–	0,60	0,50	–	–

На последнем этапе определяются последствия от принятия наиболее вероятных сценариев, и дается оценка обобщенного сценария. Зная относительные веса сценариев, полученные на предыдущем этапе, можно сформировать обобщенный сценарий. Обобщенная мера на шкале для переменной состояния определяется суммированием произведений весов сценариев на соответствующие значения переменной состояния.

Обобщенное значение для всех сценариев = 1,031 + 1,031 + 1,047 + 4,142 + + 3,401 + 3,366 + 2,002 + 3,195 + 2,094 = 21,309. Значение на обобщенной шкале, равное 21,309, не является «весом» или рангом приоритета, оно используется просто как глобальная мера или отметка уровня, по отношению к которой могут измеряться степени сходности между вероятным и желаемым будущим. Результаты проведенного анализа калибровочных переменных состояний относительно рассматриваемых сценариев представлены в табл. 6.

В заключении можно отметить, что в результате применения метода анализа иерархий были более детально рассмотрены все качественные и количественные источники потребления ресурсов. Проведен анализ результирующего вектора приоритетов, который показал, что сценарий «сокращение необоснованных потерь» имеет наибольший вес – 0,4 и, следовательно, наиболее вероятен. Определены последствия от принятия наиболее вероятных сценариев, и дана оценка обобщенного сценария. Значение на обобщенной шкале составило 21,309 (из 30 возможных). Оценка калибровочных переменных состояний относительно рассматриваемых сценариев позволила сделать следующие выводы: ситуация с экономией газа в газотранспортной системе в ближайшем будущем, вероятно изменится в лучшую сторону. Наибольшее влияние на это оказывают изменения работы энергопотребляющего оборудования и комплексов в целом или по видам конечных энергоносителей за счет более надежной их работы и обеспечения бесперебойного процесса производства. Также на экономию газа оказывают влияние технологические процессы, которая может быть достигнута путем повышения эффективности эксплуатации магистральных газопроводов, обеспечения нормального протекания технологического процесса и поддержания заданного технического состояния оборудования. Сокращение же потерь газа возможно за счет внедрения новых технологий.

1. Экономия электрической и тепловой энергии происходит в основном за счет изменений в системе комфортных условий. Проведенная работа показала, что для работников предприятий газотранспортной системы необходимы комфортные условия и им уделяется особое внимание. Важно отметить, что также на экономию электрической и тепловой энергии влияет материальное стимулирование персонала. В газотранспортной системе действует система премирования за рациональное использование энергоресурсов. В исследовании [3] предлагается шкала взысканий за нерациональное использование энергоресурсов.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Таблица 6

Определение последствий от принятия наиболее вероятных сценариев

Переменная состояния (критерий для оценки последствий)	Сценарий и его вес						Обобщенный вес	Оптимальный вариант
	Экономия газа	Экономия электрической энергии	Экономия тепловой энергии	Сокращение необоснованных потерь	Создание комфортных условий для работы			
Вес	0,246	0,13	0,096	0,4	0,165			
Учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов								
Система коммерческого учета	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		+ 1,031	+ 1,5
Система поцехового учета	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		+ 1,031	+ 1,5
Система нормирования потребления	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1		+ 1,047	+ 2
Потребление энергоресурсов по направлениям использования								
Оборудование и комплексы	+ 5	+ 3	+ 2	+ 5	+ 2		+ 4,142	+ 5
Система комфортных условий	+ 1	+ 5	+ 5	+ 3	+ 5		+ 3,401	+ 5
Технологические операции	+ 4	+ 2	+ 2	+ 4	+ 2		+ 3,366	+ 5
Работы по повышению эффективности использования								
Устранение замечаний	+ 1	+ 1	+ 1	+ 3	+ 2		+ 2,002	+ 3
Материальное стимулирование	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3	+ 5		+ 3,195	+ 4
Внедрение энергоэффективных технологий	+ 3	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2		+ 2,094	+ 3
Обобщенное значение для всех сценариев							+ 21,309	+ 30

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13221 УДК 336.532.2
Важенина Л. В. Методический подход к оценки эффективности использования энергоресурсов в магистральном транспорте газа // Концепт. – 2013. – № 11 (ноябрь). – ART 13221. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13221.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

2. Сокращение необоснованных потерь произойдет за счет более эффективного использования оборудования и комплексов, технологических операций, а также путем устранения замечаний и совершенствования системы материального стимулирования.

В ходе исследования были выделены основные направления, на которые необходимо обратить внимание с целью повышения рационального использования энергоресурсов, а именно: оборудование и комплексы; система комфортных условий; материальное стимулирование.

Ссылки на источники

1. Важенина Л. В. Комплексный подход к оценке эффективности потребления энергоресурсов на предприятиях магистрального транспорта газа // Вестник ИНЖЕКОНа. Серия «Экономика». – Выпуск 1 (24). – Санкт-Петербург, 2009. – С. 359–362.
2. Андрейченков А. В., Андрейченкова О. Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
3. Там же.

Vazhenina Larisa,
candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the chair of economics, organization and management of production, Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen
vagenina@rambler.ru

Methodical approach to the estimation of efficiency of the use of energy supply in the trunk gas transport

Abstract: The author views the method of analysis of th e hierarchies to assessing energy efficiency in the enterprises of the main transport of gas. The method allows to investigate the consumption of energy resources of equipment, consumption of resources in technological operations and the creation of favorable conditions, and to assess the state of accounting systems and the work organization to improve the efficiency of the energy supply use.

ISSN 2304-120X

Keywords: energy resource, effectiveness, use of resources, main transportation of gas, compressor stations.

Рекомендовано к публикации:
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»