

*Научная статья*

УДК 338.2: 662.323.012

DOI 10.18101/2304-4446-2023-4-78-87

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

© **Салько Мирослава Геннадьевна**

кандидат экономических наук, доцент,  
Тюменский индустриальный университет  
Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38  
salkomg@tyuiu.ru

© **Якунина Ольга Геннадьевна**

кандидат экономических наук, доцент,  
Тюменский индустриальный университет  
Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38  
jakuninaog@tyuiu.ru

© **Шевченко Светлана Юрьевна**

доктор экономических наук, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный экономический университет  
Россия, 191023, г. Санкт-Петербург, Набережная канала Грибоедова, 30–32, литер А.  
shevchenkosyu@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность исследования обусловлена необходимостью внедрения системного методического подхода к формированию программы энергоэффективности нефтегазодобывающих предприятий, характеризующихся наиболее энергоемкими производственными процессами в топливно-энергетическом комплексе. В настоящее время экономическое обоснование повышения энергоэффективности базируется на оценке реализации энергосберегающих мероприятий и не содержит методический инструментарий их ранжирования по влиянию на комплексный эффект использования энергоресурсов. Целью настоящего исследования является разработка алгоритма экономического обоснования формирования программы энергоэффективности нефтегазодобывающего предприятия, включающего методический инструментарий, обеспечивающий системный подход к анализу использования энергоресурсов и определению первоочередности реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности производства нефтегазодобывающих предприятий. С целью установления причинно-следственных связей и ранжирования факторов энергопотребления построена диаграмма Ишикавы и матрицы приоритетов по методу анализа иерархий. Предложено использование интегрального показателя оценки потенциальных потерь в случае отказа от мероприятия, включающего измерение факторов риска организационно-экономического, технологического и конструктивного характера. Представлен фрагмент программы энергоэффективности нефтегазодобывающего предприятия.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, нефтегазодобывающее предприятие, экономическое обоснование, комплексный подход, интегральный показатель, энергоемкость, энергопотребление.

**Для цитирования**

Салько М. Г., Якунина О. Г., Шевченко С. Ю. Особенности формирования программы повышения энергоэффективности нефтегазодобывающих предприятий // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2023. № 4. С. 78–87.

В топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) добывающие виды производств представляют собой энергоемкие процессы с высокими показателями энергопотребления. С каждым годом энергопотребление на предприятиях нефтегазодобычи возрастает, в связи с чем в нефтегазодобывающей сфере большое внимание уделяется вопросам снижения энергопотребления и повышения энергоэффективности.

Согласно Федеральному закону 261-ФЗ энергоэффективность — отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергоресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта применительно к технологическому процессу, продукции, индивидуальному предпринимателю, юридическому лицу [5].

Вышесказанное обуславливает необходимость разработки системного подхода к формированию программы по повышению энергоэффективности, учитывающей целевые ориентиры и особенности производства в нефтегазодобыче.

Авторами сформирован алгоритм разработки комплекса мероприятий по снижению энергопотребления и повышению эффективности использования энергетических ресурсов отраслевого предприятия ТЭК (рис. 1). На первом этапе представленного алгоритма разрабатывается и утверждается политика энергосбережения и повышения энергоэффективности. Основными целями ее является установление энергетического баланса на предприятии и развитии потенциала использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) [3]. Целевые показатели по реализации программы по энергосбережению и энергоэффективности устанавливаются с учетом специфики производственной деятельности структурных подразделений нефтегазодобывающего производства. Так, в процессе разработки нефтегазового месторождения важнейшим показателем является расход энергоресурсов на единицу КПД оборудования; для цехов нефтегазодобычи — удельный расход энергоресурсов на единицу добычи жидкости; при проведении ремонтных работ — темп роста нефтеотдачи пластов в расчете на единицу понесенных энергоресурсов и так далее.

На втором этапе проводятся сбор и анализ данных по энергопотреблению с помощью энергоаудита и факторного анализа. Расходы на электроэнергию составляют значительную часть операционных затрат на добычу нефти [1].

Важнейшим показателем энергопотребления в нефтегазодобыче является удельный расход энергоресурсов на единицу добываемой жидкости [9]. Главной задачей анализа удельного расхода энергоресурсов нефтегазодобывающих предприятий является установление факторной взаимосвязи между динамикой и условиями потребления ТЭР. Рекомендовано использовать классификационные модели факторов энергоемкости продукции таких авторов, как В. М. Проскуряков, Т. В. Анчарова, М. В. Самойлов и другие. Все факторы объединены в четыре группы: организационные, экономические, технологические и конструктивные [4,7]. Для установления причинно-следственной связи между удельным энергопотреблением и факторами энергоемкости авторами предлагается использовать диаграмму Ишикавы, которая позволит свести все причины к представимому

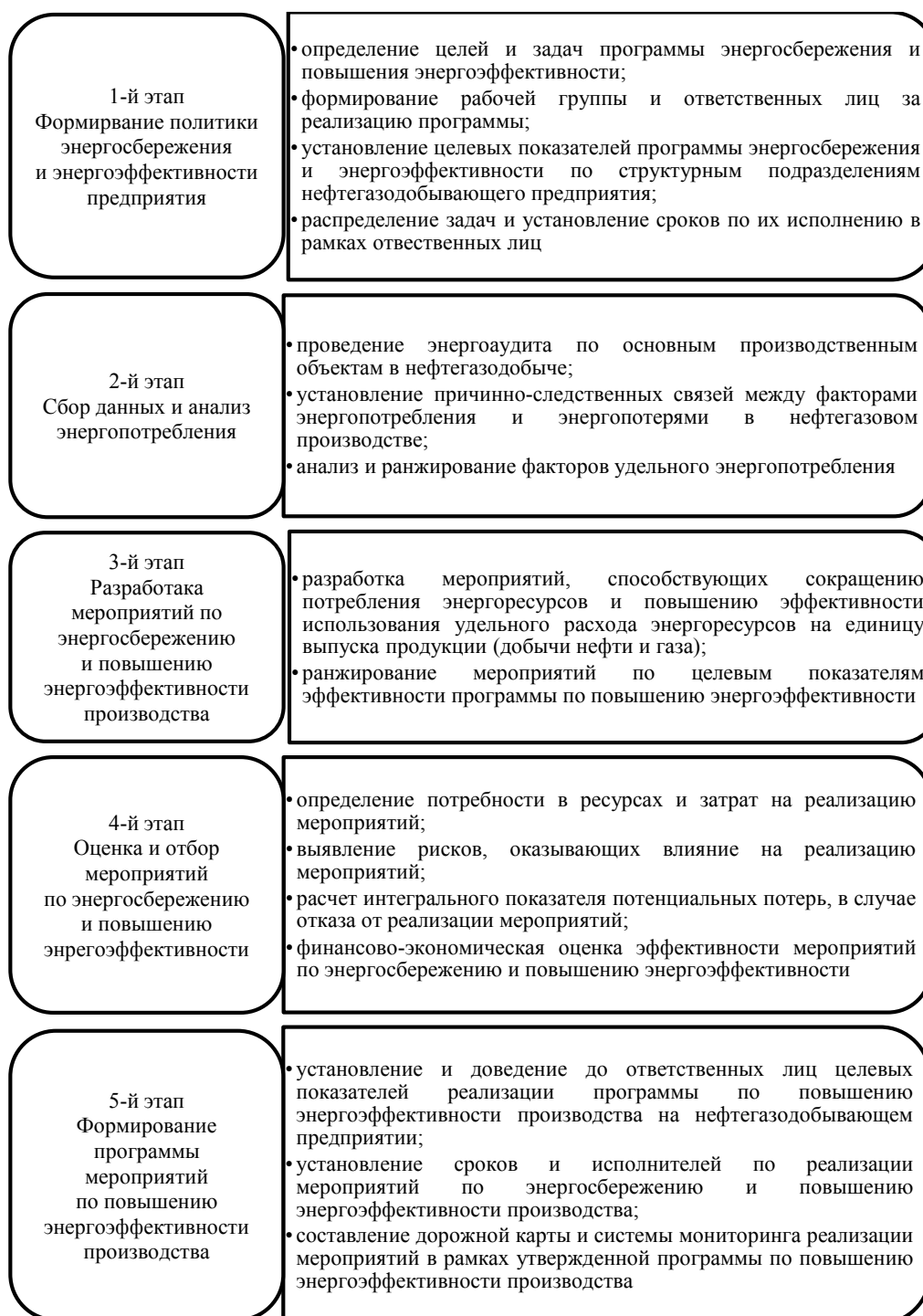


Рис. 1. Алгоритм формирования программы по повышению энергоэффективности нефтегазодобывающих предприятий

виду [6]. Фрагмент факторного анализа удельного потребления энергоресурсов представлен на рисунке 2.

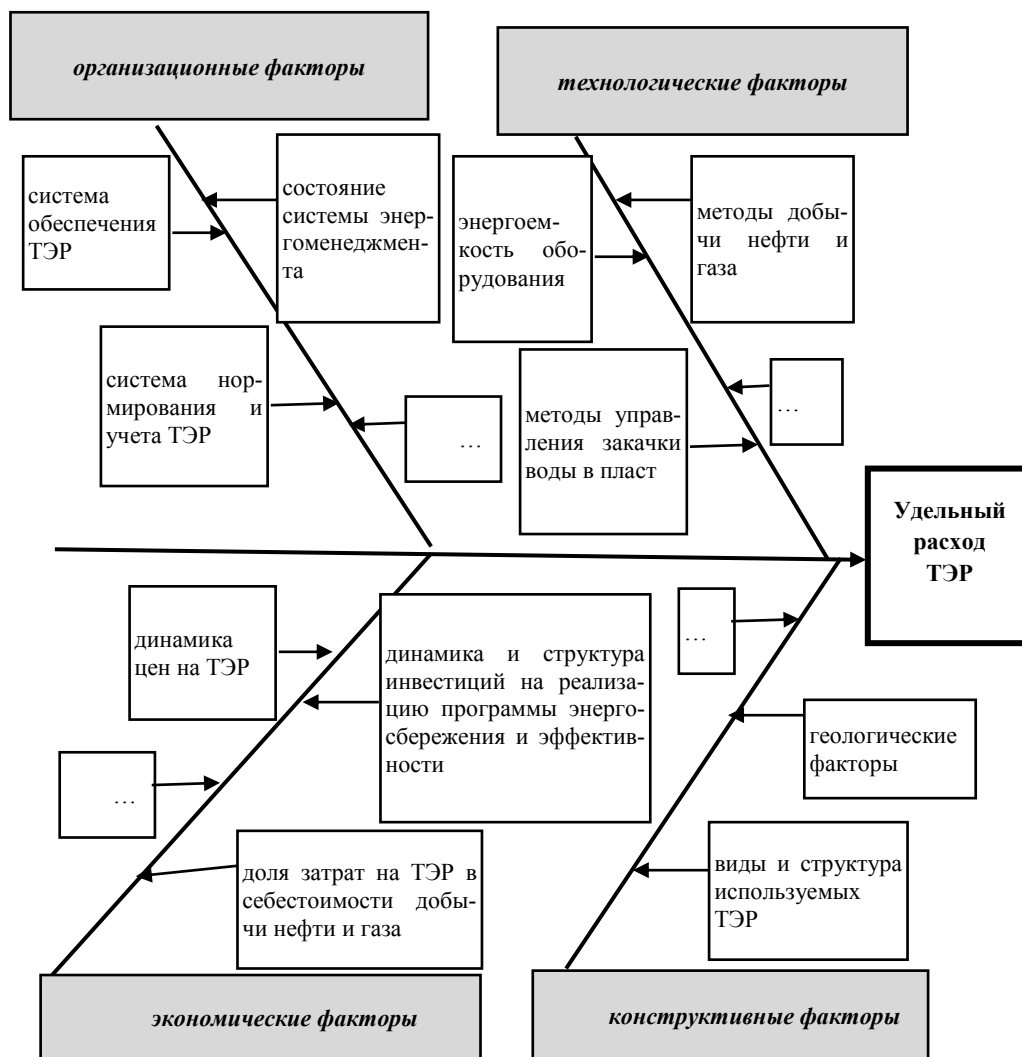


Рис. 2. Диаграмма факторного анализа удельного потребления энергоресурсов в процессе добычи нефти и газа

В результате выявления всех факторов, существенно влияющих на удельный расход топливно-энергетических ресурсов, рекомендуется выполнить их ранжирование с целью установления наиболее весомых/значимых. С этой целью авторами предлагается использование метода анализа иерархий (МАИ). Данный метод предусматривает построение матрицы парных сравнений, в которой поочередно сравниваются между собой два фактора и устанавливается балльное значение, соответствующее шкале относительной важности [8]. Фрагмент матрицы парных сравнений технологических факторов представлен в таблице 1.

Таблица 1  
 Матрица парных сравнений технологических факторов удельного расхода ТЭР  
 нефтегазодобывающего предприятия (фрагмент)

Факторы	Энергоемкость оборудования	Методы добычи нефти и газа	Методы управления закачкой воды в пласт	...
Энергоемкость оборудования	1	1/5	3	...
Методы добычи нефти и газа	5	1	5	...
Методы управления закачкой воды в пласт	1/3	1/5	1	...
...	...	...	...	1

Матрицы парных сравнений составляются по каждой группе факторов, после чего составляется матрица, где попарно сравниваются между собой группы факторов. После составления матриц парных сравнений формируются нормализованные матрицы, позволяющие определить коэффициенты значимости/весомости факторов. Значения матриц парных сравнений определяются как деление элементов столбца на сумму значений этого столбца матрицы парных сравнений. Фрагмент матрицы парных сравнений представлен в таблице 2.

Таблица 2  
 Нормализованная матрица технологических факторов удельного расхода ТЭР  
 нефтегазодобывающего предприятия (фрагмент)

Факторы	Энергоемкость оборудования	Методы добычи нефти и газа	Методы управления закачкой воды в пласт	...
Энергоемкость оборудования	0,28	0,29	0,28	...
Методы добычи нефти и газа	0,33	0,32	0,33	...
Методы управления закачкой воды в пласт	0,14	0,14	0,14	...
...	...	...	...	...

В приведенном фрагменте (табл. 2) весомость фактора методов добычи нефти и газа составляет 0,33; энергоемкости оборудования — 0,28; методов управления закачкой воды в пласт — 0,14. Чем выше значение коэффициента, тем выше приоритет влияния фактора.

На третьем этапе формирования программы энергосбережения и энергоэффективности осуществляются разработка и отбор мероприятий, направленных на достижение ее плановых целевых показателей. Приоритет в отборе отдается тем мероприятиям, которые обеспечивают наибольший эффект в сокращении общего потребления ТЭР, удельного расхода электроэнергии на добычу 1 т жидкости и т. д.

На четвертом этапе осуществляется технико-экономическое обоснование отобранных мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективно-

сти. Кроме классических показателей оценки эффективности реализации проекта динамическим методом (NPV, IRR, PI, PP) авторами предлагается рассчитывать интегральный индекс потенциальных потерь в случае отказа от мероприятия [2]:

$$J_E = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Theta_i}{(1+r^{base} + r^{risk})^i} - \sum_{i=1}^n \frac{\Theta_i}{(1+r^{base} + r^{risk})^{i+1}}}{\sum_{i=1}^n \frac{I_i}{(1+r^{base} + r^{risk})^i}}, \quad (1)$$

где  $J_E$  — интегральный индекс потенциальных потерь в случае отказа от мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности;

$\Theta_i$  — сумма сокращения энергопотерь за счет  $i$ -го мероприятия, р.;

$I_i$  — дисконтированный поток инвестиций на реализацию  $i$ -го мероприятия, р.;

$r^{base}$  — базовая ставка дисконтирования;

$r^{risk}$  — рискованная надбавка.

Установление рискованной надбавки связано с оценкой факторов влияния на удельный расход ТЭР. Рискованная надбавка  $r^{risk}$  к ставке дисконтирования складывается из нескольких групп рисков. С помощью нормирования коэффициентов значимости факторов риска устанавливается значение рискованной надбавки, которое рассчитывается по формуле:

$$r^{risk} = r^{баз} + r^{орг} + r^{экон} + r^{технол} + r^{констр}, \quad (2)$$

где  $r^{баз}$  — базовая рискованная надбавка, учитывающая учетную банковскую ставку и уровень инфляции;

$r^{орг}$ ,  $r^{экон}$ ,  $r^{технол}$ ,  $r^{констр}$  — рискованная надбавка организационных факторов, экономических, технологических и конструктивных факторов соответственно.

Предложенный интегральный индекс служит дополнительным критерием для обоснования первоочередности реализации мероприятий по повышению энергоэффективности производства, включенных в программу. Результаты расчета экономической эффективности мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности нефтегазодобывающего предприятия представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчета экономической эффективности мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности нефтегазодобывающего предприятия (фрагмент)

Мероприятие по энергосбережению и энергоэффективности	Инвестиции, тыс. р.	Экономия ТЭР в год, кВт*ч	Экономия затрат в год ( $\Theta_i$ ), тыс. р.	Простой срок окупаемости (PP), год	$r^{base+r^{risk}}$ , %	Экономия затрат ( $\Theta_i+1$ ), тыс. р.	NPV тыс. р.	PI, коэфф.	$J_E$ , коэфф.
N1	3 575	1 098	4 093	0,87	18,2	3463	7393	2,07	0,176
N2	55	26	97	0,57	17	83	293	5,31	0,255
N3	49	22	82	0,60	17,6	70	210	4,27	0,241
N4	85	58	216	0,39	17,8	184	498	5,85	0,372
N5	4 230	1 626	6 062	0,70	18,8	5 102	11 827	2,80	0,227
N6	28 130	10 170	37 914	0,74	18,7	31 941	124 247	4,42	0,210
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Итого	96 663	29 393	109 575			92 584	268 138	2,77	

На последнем этапе предусматривается формирование внутрифирменного документа, представляющего собой Программу по энергосбережению и повышению энергоэффективности производства нефтегазодобывающего предприятия (далее Программа). Фрагмент Программы нефтегазодобывающего предприятия представлен в таблице 4.

Таблица 4

Программа энергосбережения и повышения энергоэффективности  
нефтегазодобывающего предприятия на 2023 год (фрагмент)

Мероприятия	Срок реализации	Ответственный за выполнение	Инвестиции, тыс. р.	Ожидаемая энергия в год, кВт*ч	Срок окупаемости, год
<i>Организационные мероприятия</i>					
Своевременное проведение текущего технического обслуживания энергетического и технологического оборудования	Ежегодно	Структурные подразделения нефтепромысла X и базы пос. А	-	89	0,00
Повышение квалификации персонала в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности	1 раз в два года	Отдел по развитию персонала Общества	100	75	0,12
...	...	...	...	...	...
<i>Технико-технологические мероприятия</i>					
Внедрение Энерг.Эфф УЭЦН на 15 скважинах	3-й квартал 2023 г.	Структурные подразделения нефтепромысла X и базы пос. А	3 575	1 098	0,87
Ввод высоковольтных ПЭДН	4-й квартал 2023 г.		4 230	1 626	0,70
Ввод ЧРП для насосов ППД (3 шт.)	3-й квартал 2023 г.		28 130	10 170	0,74
Преобразование схемы работы насосных агрегатов КНС	3-й квартал 2023 г.		1 020	750	0,36
...	...	...	...	...	..
Итого			96 663	29 393	-

Корректировка плана мероприятий осуществляется в связи с существенным влиянием факторов внешней и внутренней среды, обуславливающих изменение приоритетов поставленных в программе задач.

В целом особенности формирования программы по повышению энергоэффективности нефтегазодобывающего предприятия вызваны рядом причин. Во-первых, основной вклад в энергозатраты отрасли приходится на нефтедобывающий сектор (около 60% общих затрат энергии, применяемой для энергетики), что составляет более шести четвертей всех производственных расходов нефтегазовой промышленности. Во-вторых, в основу стратегии энергоэффективности нефтедобывающих компаний поставлена задача снижения удельного расхода ТЭР, который отражает энергоемкость производства добычи нефти. В-третьих, предложенный авторами алгоритм формирования программы повышения энергоэффективности соответствует требованиям международного стандарта ISO 50001, который направлен на эффективное снижение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов в расчете на единицу выпуска продукции [10].

Авторами обоснован комплексный методический подход к формированию и реализации целевых решений для повышения энергетической эффективности деятельности нефтегазодобывающего предприятия с учетом объективных законов управления, специфических для сферы ТЭК. Представленный подход направлен на обеспечение формирования объективного и качественного механизма целевого планирования, а также его надежное и гибкое воплощение в системе управления предприятием.

### **Литература**

1. Галеева Е. Э. Обеспечение экономической безопасности предприятия топливно-энергетического комплекса // Научное сообщество студентов 19-го столетия. Экономические науки: материалы LXXXI Международной студенческой научно-практической конференции. № 9(81). URL: [https://sibac.info/archive/economy/9\(81\).pdf](https://sibac.info/archive/economy/9(81).pdf) (дата обращения: 07.07.2023). Текст электронный.
2. Галяутднов И. С. Повышение экономической эффективности добычи нефти на поздней стадии разработки месторождения на основе внедрения энергосберегающих мероприятий: специальность 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Санкт-Петербургский горный университет. Санкт-Петербург, 2016. 24 с. Текст: непосредственный.
3. Горбунова В. С., Пузина Е. Ю. Эффективность внедрения системы энергетического менеджмента в промышленных компаниях России // Транспортные системы и технологии. 2018. № 1. С. 119–137. Текст: непосредственный
4. Калтыш С. В. Оценка факторов, влияющих на энергоэффективность производства предприятия // Вестник магистратуры. 2019. № 8–1 (95). С. 23–25. Текст непосредственный.
5. Матящук С. В. Комментарий к федеральному закону «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». Москва: Юстицинформ, 2019. 208 с. Текст: непосредственный.
6. Приймак В. Н. Принятие управленческих решений. Москва: Атика, 2019. 240 с. Текст: непосредственный
7. Романькова Т. В., Гриневич М. Н. Экономические факторы снижения энергоемкости продукции машиностроения // Вестник Белорусско-Российского университета. 2009. № 3. С. 182–189. Текст непосредственный.
8. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий / перевод с английского Р. Г. Вачнадзе. Москва: Радио и связь, 1993. 278 с. Текст: непосредственный.



9. Сальников В. С. Существующие методы повышения энергоэффективности на производственных предприятиях // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 12–1. С. 149–155. Текст: непосредственный.

10. Хохлявин С. А. ISO 50001 и другие стандарты — главный инструмент при реализации энергоменеджмента // ЭнергоАудит. 2018. № 1(17). С. 42–47. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 28.09.2023; одобрена после рецензирования 30.10.2023; принята к публикации 01.11.2023.

DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY  
OF OIL AND GAS PRODUCTION ENTERPRISES

*Miroslava G. Salko*

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.,  
Industrial University of Tyumen  
38 Volodarskogo St., Tyumen 625000, Russia  
salkomg@tyuiu.ru

*Olga G. Yakunina*

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.,  
Industrial University of Tyumen  
38 Volodarskogo St., Tyumen 625000, Russia  
yakuninaog@tyuiu.ru

*Svetlana Yu. Shevchenko*

Dr. Sci. (Econ.), Prof.  
St. Petersburg State Economic University  
30–32 Kanala Griboyedova Emb., St. Petersburg 191023, Russia  
shevchenkosyu@mail.ru

*Abstract.* The relevance of the study is determined by the need to introduce a systematic methodological approach to the development of a program for increasing energy efficiency of oil and gas production enterprises characterized by the most energy-intensive production processes in the fuel and energy industry. Currently, the economic evaluation of energy efficiency is based on an assessment of energy-saving measures and does not contain methodological tools for ranking them according to their impact on the complex effect of energy resource use. The research is aimed at developing an algorithm for working out an energy efficiency program for oil and gas production enterprises, including methodological tools that will provide a systematic approach to analyzing the use of energy resources and determining the priority of implementing measures to save energy and increase the energy efficiency of production at oil and gas enterprises. In order to establish cause-and-effect relationships and rank energy consumption factors, we have built an Ishikawa diagram and priority matrices using the hierarchy analysis method. It is proposed to use an integral indicator for assessing potential losses in the case of refusal of measuring organizational, economic, technological, constructive, and other risk factors. The article presents a fragment of the energy efficiency program for oil and gas production enterprises.

*Keywords:* energy efficiency, energy saving, oil and gas production enterprises, economic feasibility, integrated approach, integral indicator.

*М. Г. Салько, О. Г. Якунина, С. Ю. Шевченко. Особенности формирования программы повышения энергоэффективности нефтегазодобывающих предприятий*

---

*For citation*

Salko M. G., Yakunina O. G. Development of a Program for Increasing Energy Efficiency of Oil and Gas Production Enterprises. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2023; 4: 78–87 (In Russ.).

The article was submitted 28.09.2023; approved after reviewing 30.10.2023; accepted for publication 01.11.2023.