

**Совершенствование методики экономической оценки проектов  
модернизации по повышению энергоэффективности  
нефтегазодобывающих предприятий**

**Салько М.Г.**, к.э.н., доцент,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**Зубарев А.А.**, д.э.н., профессор,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**Пленкина В.В.**, д.э.н., профессор,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**Аннотация.** В статье определены основные проблемы сбоя систем энергоснабжения и обоснована актуальность исследования. Представлен перечень проектов модернизации и характеристика методов их оценки. Авторами предложено использование критерия надежности энергоснабжения, позволяющего выбрать наиболее эффективный вариант модернизации. В качестве практической апробации представлен фрагмент экономической оценки проектов модернизации нефтегазодобывающего предприятия.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, модернизация, экономическая оценка, нефтегазодобывающее предприятие

**Improving method of economic assessment of modernization projects to  
improve the energy efficiency of oil and gas production enterprises**

**Salko M.G.**, candidate of economic sciences, associate professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

**Zhubarev A.A.**, Doctor of Economics, Professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

**Plemkina V.V.**, Doctor of Economics, Professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

**Annotation.** The article identifies the main problems of failure of power supply systems and substantiates the relevance of the study. A list of modernization projects and characteristics of methods for their assessment are presented. The authors proposed the use of the criterion for the reliability of power supply, which makes it possible to choose the most effective option for modernization. As a practical testing, a fragment of the economic assessment of modernization projects of an oil and gas production enterprise is presented.

**Keywords:** energy efficiency, modernization, economic assessment, oil and gas production enterprise.

## **Введение**

Энергоемкое производство характеризует весь комплекс нефтегазовых предприятий, так как для обеспечения стабильной работы входящих в эти предприятия инфраструктурных объектов требуются значительные затраты, как - то: внутрипромысловые трубопроводы, обустройство скважин и кустов и прочее. Простои нефтепромысловых объектов из-за нарушений в системе электроснабжения приводят к недобору нефти и создают дополнительные трудности при выполнении плана добычи.

Для нефтегазовых месторождений даже кратковременные сбои в работе оборудования электроэнергии способно привести к замораживанию трубопроводов и проблемам по перекачки воды и конденсата<sup>1</sup>. Повышение энергоэффективности – наиболее конструктивный выход из положения.

Повышению энергоэффективности способствует разработка и внедрение на нефтегазовых предприятиях системы научно-обоснованных технических решений, что в свою очередь, в настоящее время является весьма затруднительным в связи с устаревшими методами их технико-экономического обоснования.

---

<sup>1</sup> Экономия электроэнергии и снижение потерь в электротехнических комплексах нефтегазодобычи : монография / [В.В. Сушков, М.К. Велиев, Т.Д. Гладких, Г.В. Мальгин]. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2015. – 219 с.

## Результаты исследования

Проекты модернизации системы энергоснабжения предприятия любой отрасли предполагают обоснование и внедрение в их деятельность технологических решений.

Такие решения могут включать следующий перечень:

- совершенствование или внедрение либо реконструкцию энергоэффективного оборудования в деятельность предприятия;
- рациональное применение вторичных энергоресурсов;
- сокращение непроизводительных потерь энергоресурсов и сырья;
- автоматизация бизнес-процессов производства и пр.

Внедрение проектов модернизации систем энергоснабжения на предприятиях ведет к росту экономической эффективности использования энергии<sup>2</sup>, к экономному и рациональному использованию энергетических ресурсов, увеличению уровня полезного применения попутного нефтяного газа (ПНГ).

С целью проведения сравнительного анализа затрат, связанных с разработкой капитального проекта и получаемых от него выгод, реализуется проектный анализ, анализ доходности разработанного капитального проекта.

Помимо разработки и обоснования проектов модернизации проводится оценка их эффективности, которая базируется на соответствующих показателях инвестиционного проектирования<sup>3</sup>.

Традиционной методикой оценивания эффективности различных инвестиционных проектов определяется целесообразность долгосрочных инвестиций в технические объекты, не учитывая инвестиции в среднесрочной перспективе<sup>4</sup>. Тогда как специфика возведения некоторых энергетических

---

<sup>2</sup> Skipka K.J. Energy resources: availability, management, and environmental impacts / K. J. Skipka, L. Theodore // CRC Press. – 2014. – P. 460.

<sup>3</sup> Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк // М.: «ДЕЛО», 2016 - 888 с.

<sup>4</sup> Михайлова Э.А. Экономическая оценка инвестиций / Э.А. Михайлова, Л.Н. Орлова // Рыбинск: РГАТА, 2018. – 176 с.

объектов, имеющих небольшую мощность, подразумевает капитальные инвестиции на среднесрочную перспективу.

Сегодня все более целесообразным становится использование всех известных методов при осуществлении каждого инвестиционного проекта, выбор их должен находиться в зависимости от отрасли реализации, масштаба проекта и ряда иных факторов. Наконец, основные аргументы в пользу выбора определенного метода должны состоять в доступности, пригодности для решения намеченных задач, а соответственно, достижения цели проекта.

В процессе разработки моделей для вычисления экономических показателей, оценивания вариантов проектов по модернизации для разработки месторождений необходимо учитывать принадлежности месторождений, эксплуатационных объектов, пластов к различным группам. Для таких групп необходима разная глубина проработок, методы вычисления экономических показателей, нормативно-информационные базы, условия оценки и сопоставления эффективности сформированных вариантов для осуществления дальнейшей разработки<sup>5</sup>.

Схема этапов экономической оценки проекта по модернизации на предприятии нефтегазового комплекса представлена на рисунке 1.

Для проектов модернизации систем энергоснабжения важным является критерий надежности системы, который практически не учитывается в современных методиках оценки эффективности проектов модернизации систем энергоснабжения<sup>6</sup>.

Этапы оценивания эффективности проектов по осуществлению модернизации состоят из: этапа оценивания эффективности всего проекта, что подразумевает определение общественного и коммерческого эффекта, а также

---

<sup>5</sup> Карасева Е.В. Экономическая оценка комплексного использования энергетических ресурсов в системе энергоснабжения объектов нефтегазодобычи /Е.В. Карасева. – канд. диссертация на соискание ученой степени кандидата эк. Наук. – Санкт-Петербург. – 2016. – 153 с

<sup>6</sup> Воропай Н.И. Концепция обеспечения надёжности в электроэнергетике / Н.И. Воропай, Г.Ф. Ковалев, Ю.Н. Кучеров // М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2016. – 212 с.

этап оценки эффективности участия в проекте, где принимаются решения о его организационной форме и вариантах финансирования.



**Рис.1 – Этапы оценки эффективности проектов модернизации**

Методика оценки эффективности внедрения технических решений в системы энергоснабжения нефтегазовых месторождений должна включать

оценку затрат, связанных с недопущением ее сбоя<sup>7</sup>. Недооценка влияния таких затрат ведет к снижению рентабельности деятельности нефтегазодобывающего предприятия.

Авторами рекомендуется в традиционные методики оценки эффективности инвестиционных проектов для повышения надежности системы энергоснабжения нефтегазовых предприятий и добавить критерий надежности.

Порядок расчета выглядит следующим образом:

1. Рассчитывается показатель чистого дисконтированного дохода (NPV) по всем техническим вариантам предлагаемых решений/технологий<sup>8</sup>:

$$NPV = \max\left(\sum_{t=1}^T \frac{TR - TC - Ken}{(1+i)^t}\right), \quad (1)$$

где  $NPV$  – чистый дисконтированный доход предприятий отрасли нефтегазодобычи от внедрения технологий;

$TR$  – экономический эффект, полученный за год от снижения затрат по энергоснабжению;

$TC$  – расходы, связанные с функционированием системы энергоснабжения в определенном периоде времени;

$Ken$  - капитальные расходы на энергоэффективное оборудование;

$T$  – период расчета;

$i$  - ставка дисконтирования;

$t$  – номер периода расчета;

2. Определяются затраты на выработку электроэнергии следующим образом:

$$TC = VC + FC, \quad (2)$$

где  $FC$  - постоянные расходы;

$VC$  – переменные издержки, которые рассчитываются:

$$VC = VC_{rm} + VC_f + VC_{fp} + VC_{com} + VC_{for} + VC_{am} + VC_{tr}, \quad (3)$$

---

<sup>7</sup> Бухмиров В.В. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий / В.В. Бухмиров, Н.Н. Нурахов, П.Г. Косарев, В.В. Фролов, М.В. Пророкова // Томск: ИД ТГУ, 2014. – 96 с.

<sup>8</sup> Михайлова Э.А. Экономическая оценка инвестиций / Э.А. Михайлова, Л.Н. Орлова // Рыбинск: РГАТА, 2018. – 176 с.

где  $VC_{rm}$  - затраты на сырье и материалы;

$VC_f$  - затраты на топливо;

$VC_{fp}$  - штрафы за сверхнормативное сжигание попутного нефтяного газа;

$VC_{com}$  - коммерческие издержки;

$VC_{for}$  - заработная плата основных рабочих;

$VC_{am}$  - амортизация производственных мощностей оборудования, зависящая от произведенных единиц продукции;

$VC_{tr}$  - транспортные расходы на доставку топлива;

Постоянные расходы рассчитываются:

$$FC = FC_{en} + FC_{pt} + FC_{cr} \quad (4)$$

где  $FC_{en}$  - расходы по повышению надежности системы энергоэффективности на предприятии,

$FC_{pt}$  - налог на имущество;

$FC_{cr}$  - затраты на выплату процентов по банковским кредитам.

3. Оценивается риск сбоя в системе энергоснабжения, учитывающий критерий надежности определяется следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} NPV = \sum_{t=1}^T \frac{TR_n - TC_n - K_{en} - R_n}{(1+i)^t} \\ TR > 0 \\ TC \leq TR \end{array} \right. , \quad (5)$$

где  $R_n$  - величина риска возникновения перебоев в системе энергоснабжения:

$$R_n = \sum_{j=1}^T \beta_j L_j \rightarrow \min, \quad (6)$$

где  $\beta_j$  - вероятность возникновения перебоев в  $j$ -той системе энергоснабжения;

$L_j$  - величина ущерба от перебоев в  $j$ -той системе энергоснабжения.

Уровень риска планируется из расчета не менее одного раза в год, во внимание берутся экономические последствия и потери, оказывающие негативное влияние на результирующие показатели деятельности предприятия.

В нижеследующей формуле риск приравнивается к постоянным расходам, позволяющим предотвратить сбои в системе энергоснабжения на предприятии:

$$R_n = f(\Delta FC_{en}), \quad (7)$$

Соответственно, расчет критерия надежности можно определить, как:

$$\begin{cases} L_j = \frac{1}{f(\Delta FC_{en})} \\ f(\Delta FC_{en}) > 0 \end{cases} \quad (8)$$

Такой критерий позволяет показать зависимость между потерями от аварийной ситуации и расходами на оптимизацию системы энергоснабжения предприятий нефтегазовой отрасли, что в дальнейшем позволяет значительно улучшить показатели эффективности деятельности таких предприятий.

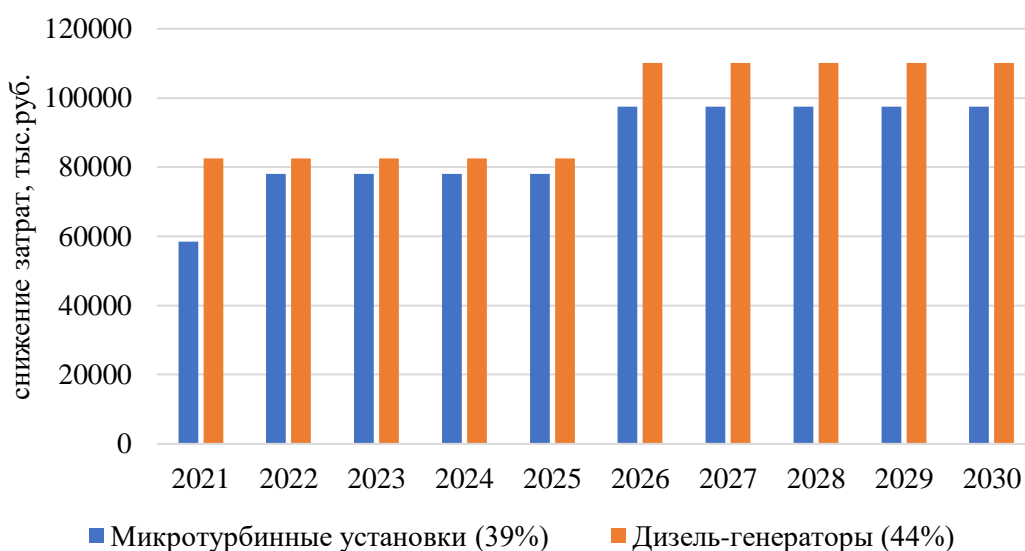
Использование критерия надежности при оценке эффективности проектов энергообеспечения нефтегазодобычи обеспечивает возможность учета рисков потери добычи нефти вследствие возникновения аварий в системе центрального энергоснабжения. Это позволяет более взвешенно подойти к оценке проектов не только с точки зрения минимума затрат на организацию резервного энергообеспечения, но и с точки зрения обеспечения надежного и качественного энергоснабжения нефтяного промысла.

Экономический эффект, полученный от снижения затрат по энергоснабжению по вариантам резервного энергообеспечения нефтяного промысла приведен на рисунке 2.

Суммарный экономический эффект за период реализации проектов составит при использовании микротурбинных установок 857,9 млн.руб., при использовании дизельных установок 963,5 млн.руб.

Результаты оценки эффективности проектов по вариантам резервного энергообеспечения с учетом критерия надежности приведены в таблице 1.





**Рис. 2 – Экономический эффект, полученный от снижения затрат по энергоснабжению по вариантам резервного энергообеспечения**

Таблица 1

**Оценка экономической эффективности резервного энергоснабжения с учетом критерия надежности**

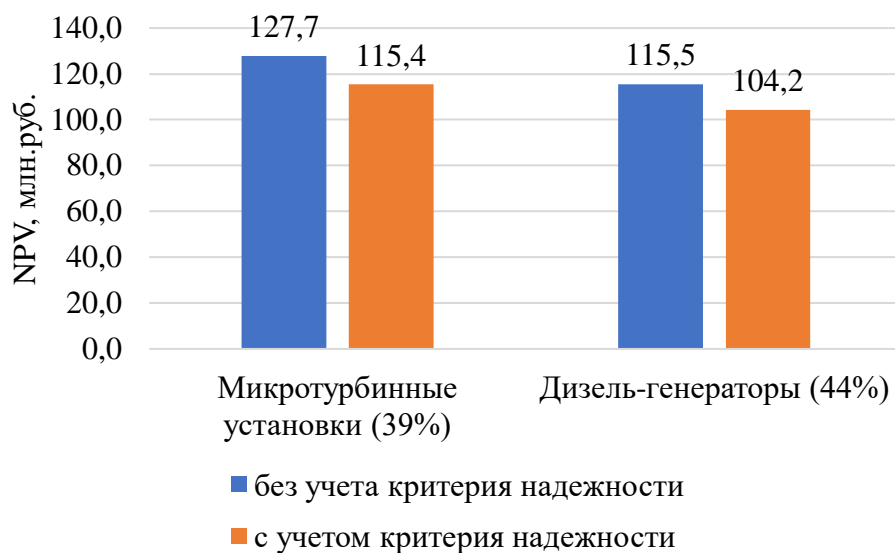
Показатель	Микротурбинные установки	Дизельные установки
Экономический эффект, полученный за год от снижения затрат по энергоснабжению с учетом риска возникновения перебоев в системе энергоснабжения, млн. руб.	828,0	936,0
Эксплуатационные расходы, связанные с функционированием системы энергоснабжения с учетом затрат на повышение надежности системы энергоэффективности, млн. руб.	79,4	188,2
Капитальные расходы на энергоэффективное оборудование, млн. руб.	246,1	264,2
Чистый денежный поток, млн. руб.	502,5	483,6
Чистый дисконтированный денежный поток, млн. руб.	115,4	104,2
Индекс рентабельности, ед.	1,66	1,56
Внутренняя норма доходности, %	50%	44%
Срок окупаемости, лет	3	4

Объем экономического эффекта с учетом риска, при внедрении микротурбинных установок и дизель-генераторов составит 828 млн.руб. и 936 млн.руб. соответственно. Оба проекта остаются высокоэффективными. Срок

окупаемости составит 3 года при внедрении микротурбинных установок и повысится до 4 лет в случае использования дизель-генераторов.

Полученный интегральный эффект от реализации организационно-технических мероприятий в сфере энергоснабжения нефтегазовых месторождений с учетом и без учета критерия надежности представлен на рисунке 3.

Представленный интегральный показатель экономического эффекта от реализации организационно-технических мероприятий в области энергоснабжения позволяет сделать вывод о необходимости учета критерия надежности при оценке эффективности инженерных и инновационных решений. Как известно, при сравнении вариантов капитальных вложений предпочтительным считается проект с наибольшей величиной NPV.



**Рис. 3 – Интегральный эффект по вариантам энергоснабжения нефтегазовых промыслов с учетом и без учета критерия надежности**

Однако возникновение чрезвычайной ситуации и, как следствие, потеря устойчивости энергоснабжения основного производства могут уменьшить результирующий показатель, поскольку восстановление нормального рабочего цикла объекта, а также возмещение убытков от перебоев в питании электрической энергией потребителей увеличивают приведенные годовые затраты.

На основании проведенного исследования было установлено, что отсутствие резервирования системы энергоснабжения, полностью зависимой от линий электропередач, небезопасно, поскольку отсутствие питания потребителя может вызвать нарушение производственных процессов и соответственно привести к огромному ущербу предприятию.

Из резервных источников наиболее эффективным признаны микротурбинные установки, по данному проекту был получен наибольший NPV. Это объясняется, прежде всего, тем, что на единицу вырабатываемой микротурбинными установками электроэнергии приходится меньшая сумма эксплуатационных затрат, чем на электроэнергию, генерируемую дизель-генераторами, в связи с необходимостью закупки и доставки до месторождения топлива, а также уплатой штрафов за сверхнормативное сжигание попутного нефтяного газа.

### **Заключение**

Использование критерия надежности системы энергоснабжения, при оценке эффективности инвестиционных проектов модернизации направлено на предотвращение возникновения проблем, связанных с перебоем энергосистемы и сокращения потенциальных убытков предприятий нефтегазодобывающей отрасли.

При оценке эффективности проектов модернизации системы энергоснабжения критерий надежности был учтен в составе экономического эффекта от сокращения эксплуатационных затрат, что в конечном итоге повлияло на величину чистого приведенного эффекта. Полученные значения позволяют сделать выбор наиболее эффективного и надежного способа энергоснабжения объектов нефтегазодобычи. Кроме того, использование предложенного методического подхода позволяет повысить рациональность использования доступных энергетических ресурсов, что немаловажно при переходе к устойчивому развитию нефтегазодобывающей отрасли.

Кроме того, оценка эффективности проектов дает возможность учета рисков потери добычи нефти вследствие возникновения аварий в системе центрального энергоснабжения. Это позволяет более взвешенно подойти к оценке проектов не только с точки зрения минимума затрат на организацию резервного энергообеспечения, но и с точки зрения обеспечения надежного и качественного энергоснабжения нефтяного промысла.

### **Библиографический список**

1. Skipka K.J. Energy resources: availability, management, and environmental impacts / K. J. Skipka, L. Theodore // CRC Press. – 2014. – P. 460.
2. Бухмиров В.В. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий / В.В. Бухмиров, Н.Н. Нурахов, П.Г. Косарев, В.В. Фролов, М.В. Пророкова // Томск: ИД ТГУ, 2014. – 96 с.
3. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк // М.: «ДЕЛЮ», 2016 – 888 с.
4. Воропай Н.И. Концепция обеспечения надёжности в электроэнергетике / Н.И. Воропай, Г.Ф. Ковалев, Ю.Н. Кучеров // М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2016. – 212 с.
5. Карасева Е.В. Экономическая оценка комплексного использования энергетических ресурсов в системе энергоснабжения объектов нефтегазодобычи /Е.В. Карасева. – канд. диссертация на соискание ученой степени кандидата эк. Наук. – Санкт-Петербург. – 2016. – 153 с.
6. Михайлова Э.А. Экономическая оценка инвестиций / Э.А. Михайлова, Л.Н. Орлова // Рыбинск: РГАТА, 2018. – 176 с.
7. Экономия электроэнергии и снижение потерь в электротехнических комплексах нефтегазодобычи: монография / [В.В. Сушков, М.К. Велиев, Т.Д. Гладких, Г.В. Мальгин]. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2015. - 219 с.

## References

1. Skipka K.J. Energy resources: availability, management, and environmental impacts / K. J. Skipka, L. Theodore // CRC Press. – 2014. – P. 460.
2. Bukhmirov V.V. Methodical recommendations for assessing the effectiveness of energy saving measures / V.V. Bukhmirov, N.N. Nurakhov, P.G. Kosarev, V.V. Frolov, M.V. Prorokova // Tomsk: Publishing House of TSU, 2014.- 96 p.
3. Vilensky P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. Evaluation of the efficiency of investment projects: theory and practice / P.L. Vilensky, V.N. Livshits, S.A. Smolyak // M.: «BUSINESS», 2016 – 888 p.
4. Voropay N.I. The concept of ensuring reliability in the electric power industry / N.I. Voropai, G.F. Kovalev, Yu.N. Kucherov // M.: LLC Publishing House «ENERGIA», 2016. – 212 p.
5. Karaseva E.V. Economic assessment of the integrated use of energy resources in the power supply system of oil and gas production facilities / E.V. Karasev. – Cand. dissertation for the degree of candidate eq. Science. – St. Petersburg. – 2016. – 153 p.
6. Mikhailova E.A. Economic assessment of investments / E.A. Mikhailova, L.N. Orlova // Rybinsk: RGATA, 2018. – 176 p.
7. Saving electricity and reducing losses in electrical complexes of oil and gas production: monograph / [V.V. Sushkov, M.K. Veliev, T.D. Gladkikh, G.V. Malgin]. – Nizhnevartovsk: Nizhnevartovsk publishing house. state University, 2015. – 219 p.