

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.001.36

N.A. Biryukov

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF JUSTIFYING THE SCOPE OF FUEL SUPPLY IN THE SYSTEM OF LOGISTIC SUPPORT OF A MILITARY UNIT

Nikolay Biryukov – an engineer, a PhD candidate at the Department of Humanitarian, Social and Economic disciplines, General Khrulev Military Academy of Logistics and Transport, Saint-Petersburg; **e-mail:** aleks_bir@mail.ru.

In today's environment organizational and economic relationships with energy suppliers (fuel contractors) dealing with fuel support of military units sites are characterized by collision of the structure of relations within the system of logistic support of a force component of the state - fuel deliveries to the military work areas. The system does not yet pay sufficient attention to the degree of the development of supply and demand management market mechanisms with regard to alternative fuel. This contradiction determines the relevance of the study of the matters concerning the choice of an optimum type of as well as the optimum quantity of the alternative fuel supply. In addition the relevance of justifying managerial decisions in the course of providing the government force component work areas with fuel and energy resources.

The article substantiates estimation of the basic technical and economic indicators of the performance of a boiler room at the design phase. The author reduces estimation of optimum type of supplying military sites with energy during reconstruction, overhaul or under erection of new facilities to summation of minimum capital costs on every single element of a power supply complex, which will satisfy the requirements of both a power supply facility and a heat energy consumer.

Economic and mathematical model of considering an optimum batch of fuel supply to a power supply facility is demonstrated on the basis of selection of the smallest values of capital costs element by element as well as a whole process of supplying military facilities with power.

Keywords: military units; power supply facility; fuel energy resource; reduction of capital investments; logistics process; technical and economic indicators of a boiler house performance; reconstruction; major overhaul; new construction or technical re-equipment; economic and mathematical model.

Н.А. Бирюков

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ ОБЪЕМА ПОСТАВКИ ТОПЛИВНОГО ЭНЕРГОРЕСУРСА В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ

Николай Александрович Бирюков – инженер, соискатель кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва, г. Санкт-Петербург; **e-mail:** aleks_bir@mail.ru.

В современных условиях организационно-экономические отношения с поставщиками энергоресурсов (топлива) на объекты воинских частей характеризуются противоречием структуры отношений в системе материально-технического обеспечения силового компонента государства – поставки энергоресурсов (топлива) на объекты силового компонента государства, которая недостаточно учитывает степень развития рыночных механизмов регулиро-

вания спроса и предложения на альтернативные виды топлива. Это противоречие определяет актуальность исследования вопросов выбора оптимального вида и оптимальной партии поставки альтернативного топлива, а также обоснования управленческих решений в процессе обеспечения топливно-энергетическими ресурсами объектов силового компонента государства.

В статье обоснован расчет основных технико-экономических показателей работы котельной на стадии проектирования. Автором расчет оптимального варианта энергообеспечения объектов силового компонента государства при их реконструкции, капитальном ремонте или строительстве новых объектов сведен к суммированию минимальных капитальных затрат по отдельным элементам комплекса энергообеспечения, которые удовлетворяют всем требованиям объекта энергоснабжения и потребителя тепловой энергии.

Экономико-математическая модель нахождения оптимальной партии поставки топлива на объект энергообеспечения доказывается на основе выбора наименьших значений капитальных затрат поэлементно и в целом по процессу энергообеспечения объектов воинских частей.

Ключевые слова: воинские части; объект энергоснабжения; поставка топливного энергоресурса; снижение капитальных вложений; логистический процесс; технико-экономические показатели работы котельной; реконструкция; комплексный капитальный ремонт; новое строительство или техническое перевооружение; экономико-математическая модель.

В области моделирования процессов управления выбором оптимального варианта объема поставки топливного энергоресурса целесообразно выделять основные ее составляющие (рис. 1) [1; 7].

Существенные капитальные вложения в процессе энергообеспечения объектов воинских частей тепловой энергией приходятся в основном на затраты по транспортировке, например природного газа по трубопроводам и на систему хранения сжиженного природного газа, когда рассматривается способ доставки природного газа на объект потребления с применением технологии его сжижения.

Известно, что расчеты расходов проводятся на транспортировку природного газа как по действующим, так и по проектируемым газотранспортным маршрутам в соответствии с Федеральным законом от 31 марта 1999 г. № 69-ФЗ «О газоснабжении в РФ» и Федеральным законом РФ от 5 апреля 2013 г. № 35-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О газоснабжении в Российской Федерации"» и другими законодательными актами Российской Федерации.

Строительство и обслуживание газо-

вого трубопровода предусматривает более высокие финансовые затраты, с оговоркой на то, что в современных реалиях данный метод транспортировки газа на короткие и средние расстояния остается самым дешевым и, соответственно, целесообразным с точки зрения начальных капитальных вложений.

Основные оптимизационные задачи снижения капитальных вложений при транспортировке природного газа по трубопроводам широко известны, и внедрены к реализации в реальных инвестиционных проектах, которые уже давно действуют в различных организациях и отраслях. Критерий минимизации целевой функции затрат на транспорт газа в натуральном или денежном выражении при заданном плане подачи газа потребителям является основным для нормальных режимов функционирования газоснабжающих систем. Критерий максимизации подачи газа основному потребителю, другими словами, максимум загрузки газопровода, весьма важен в условиях дефицита газа или при аварийных режимах функционирования.

Возможен критерий максимума прибыли при подаче газа потребителям, од-



Рис. 1. Основные составляющие области моделирования процессов управления выбором оптимального варианта объема поставки топливного энергоресурса

нако решение оптимизационной задачи по этому критерию осложнено экономическими соображениями и конъюнктурной неоднозначностью. Критерий максимизации прибыли предполагает стоимостную оценку всех технологических параметров, входящих в расчет. В основу стоимостной оценки здесь также следует положить оптовые цены на единицу продукции [3; 5; 6].

Важной задачей в разработке экономико-математической модели выбора оптимального объема поставки топливного энергоресурса является определение места дислокации базы снабжения газа.

Проведенные исследования показали, что между расчетным потребительским объемом и суточной потребностью в природном газе на объекте потребления силового компонента государства существует прямая зависимость, так как независимо от времени суток и времени года для бесперебойного обеспечения объектов силового компонента государства тепловой энергией необходимо определенное количество природного газа.

Текущий запас газа в днях X определяется по формуле:

$$X = \frac{\sum C_{\text{пост}} \times I_{\text{пост}}}{\sum C_{\text{пост}}} \times 0,5,$$

где $\sum C_{\text{пост}}$ – стоимость поставки; $I_{\text{пост}}$ – интервал между поставками.

Расчетный размер неснижаемого нормативного запаса топлива определяется по среднесуточному плановому расходу топлива самого холодного месяца отопительного периода и количеству суток, определяемых с учетом вида топлива и способа его доставки:

$$X_{\text{ннзт}} = \varepsilon_{\text{ср}} \times n_{\text{расч}} \times \frac{1}{k_{\text{натур}}} \times t_{\text{олит}} \times 10^{-3},$$

где $X_{\text{ннзт}}$ – неснижаемый нормативный запас топлива, тыс. т.; $\varepsilon_{\text{ср}}$ – среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть (выработка котельной) в самом холодном месяце, Гкал/сутки; $n_{\text{расч}}$ – расчетный норматив удельного расхода топлива на отпущенную тепловую энергию для самого холодного месяца, т условного топлива/Гкал; $k_{\text{натур}}$ – коэффициент перевода натурального топлива в условное; $t_{\text{олит}}$

– длительность периода формирования объема неснижаемого запаса топлива, сутки [2; 3; 4].

Текущий запас сжиженного природного газа для укрупненных расчетов целесообразно принять в размере 3-7 суточной потребности.

На объектах энергоснабжения воинских частей для обеспечения требования к процессу энергоснабжения (надежности, бесперебойности) необходим гарантийный запас сжиженного природного газа. Гарантийный запас принимается обычно в пределах 2-3 суток бесперебойного снабжения объектов воинских частей с учетом максимального суточного потребления топлива [3]. Значение гарантийного запаса принимаем равным трем суткам, учитывая специфику и специальные требования, которые предъявляются к объектам тепло-снабжения воинских частей.

Максимальное суточное потребление сжиженного природного газа напрямую зависит от определенной мощности котельной, которая в наиболее холодный период времени работает на свою полную установленную мощность. Интервал между поставками является величиной переменной, которая зависит от суточного потребления топлива на объекте энергоснабжения воинских частей.

Для усредненных расчетов величина интервала $I_{\text{пост}}$ между поставками определяется из следующего выражения:

$$I_{\text{пост}} = \frac{T}{n_{\text{расч}}},$$

где T – продолжительность работы объекта энергообеспечения или продолжительность отопительного периода. Снабжение тепловой энергией постоянно особенно характерно для специальных объектов воинских частей, сутки; n – количество поставок топлива на объект энергообеспечения.

Количество поставок топлива на объект его потребления определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{q_{\text{год}}}{V_{\text{един}}},$$

где $q_{\text{год}}$ – максимальная годовая потребность в газе, м³; $V_{\text{един}}$ – объем единичной

поставки партии топлива, м³.

Известно, что суточная потребность топлива, а тем более месячная, подчиняется установленному закону и неравномерна в зависимости от времени года (см. рис. 2).

В управлении логистическими процессами довольно часто встречаются ситуации, когда та или иная величина увеличивается в зависимости от увеличения данного фактора. В то же время другая величина уменьшает свое значение с ростом данного фактора. В этом случае функция имеет следующий вид:

$$y = ax + \frac{b}{x}$$

Логистический процесс тесно взаимосвязан с процессом принятия и реализа-

ции решения по строительству, реконструкции и капитальному ремонту объекта энергообеспечения, в котором целесообразно выделить несколько этапов (рис. 3).

Расчет основных технико-экономических показателей работы котельной на стадии проектирования проводится для осуществления технико-экономического обоснования проектного варианта. После пуска котельной в эксплуатацию также проводится расчет системы технологических и экономических показателей для разработки проекта тарифа на тепловую энергию, оценки экономической эффективности, технического уровня и эксплуатационных качеств работающей котельной [1; 5].

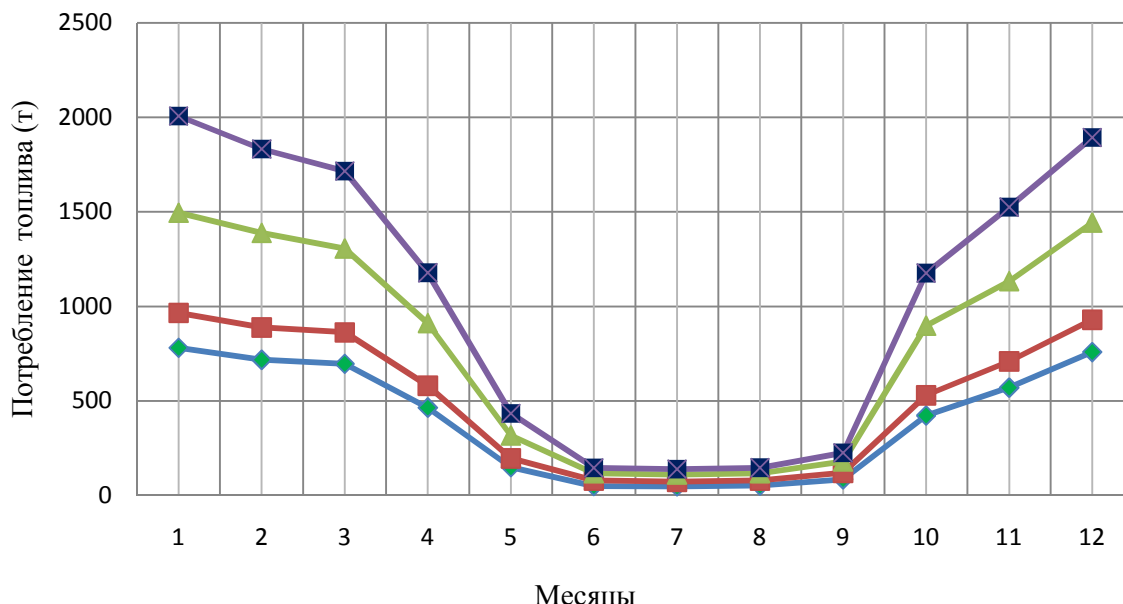


Рис. 2. Распределение потребления топлива (т) в зависимости от времени года по объектам теплогенерации

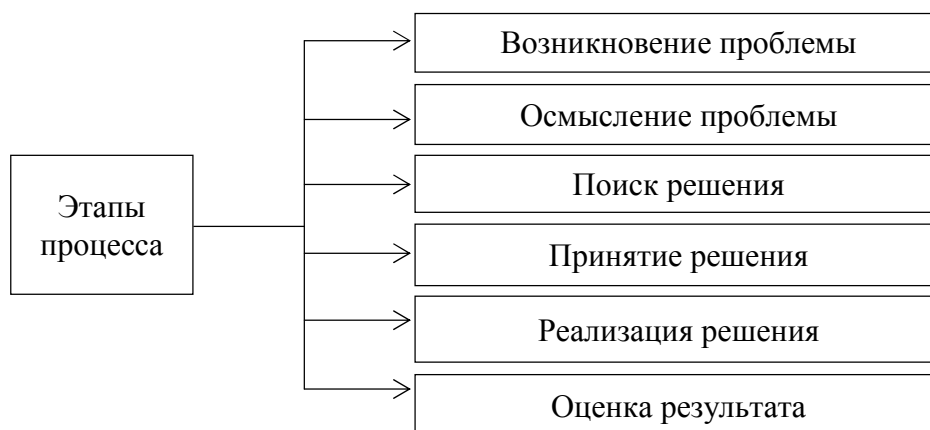


Рис. 3. Этапы процесса принятия и реализации решения по строительству, реконструкции и капитальному ремонту объекта энергообеспечения

Установленная мощность котельной $Q_{уст}$ определяется по формуле:

$$Q_{уст} = Q_{ном} \times n ,$$

где $Q_{ном}$ – номинальная мощность котлов, МВт; n – количество котлов в котельной, шт.

С учетом вышеизложенного на следующем этапе необходимо выполнить подсчёт капитальных затрат в систему газификации $Z_{регаз}^1, Z_{регаз}^2, Z_{регаз}^3, \dots, Z_{регаз}^s$.

То значение затрат в систему подготовки топлива к использованию $Z_{регаз}^{min}$, которое будет минимальным, будет оптимальным $Z_{регаз}^{opt}$ для данного объекта энергообеспечения. Полученное значение по затратам будет соответствовать оптимальному составу технологического оборудования подготовки топлива к использованию в котлоагрегатах объекта энергообеспечения.

Задача по определению оптимального вида топлива при реконструкции, комплексном капитальном ремонте, новом строительстве или техническом перевооружении будет иметь возможность решения при нахождении таких минимальных капитальных затрат, при которых будет минимальна себестоимость 1 Гкал отпущаемой тепловой энергии с котельной. В данном случае следует считать, что не определены капитальные затраты на оборудование и капитальные затраты на реконструкцию, комплексный капитальный ремонт, новое строительство или техническое перевооружение самого сооружения объекта энергообеспечения. Учитывая современное состояние, при котором 70–90% сооружений объектов энергообеспечения нуждаются в реконструкции, капитальном ремонте, при рассмотрении возможного комплексного капитального ремонта объекта энергоснабжения необходимо рассматривать также варианты отказа от проведения капитального ремонта. Вместо комплексного капитального ремонта в некоторых случаях возможно строительство новых объектов энергообеспечения взамен существующих. Данное решение должно приниматься после комплексного технического обследования

объекта энергообеспечения. Принятие решения, которое должно быть обосновано экономическим расчетом, можно производить только после рассмотрения всех вариантов по капитальному и текущему ремонту, новому строительству, техническому перевооружению, реконструкции и реновации объекта энергообеспечения.

Нахождение оптимальной партии поставки сжиженного газа (СПГ) и системы подготовки топлива сводится к проведению определенного числа технико-экономических расчетов, в результате которых определяется оптимальное соотношение минимума капитальных вложений, которые определяют оптимальный состав технологического и производственного оборудования котлоагрегатов, и процесса транспортировки СПГ.

Расчет оптимального варианта энергообеспечения объектов силового компонента государства при их реконструкции, капитальном ремонте или строительстве новых объектов будет сведен к суммированию минимальных капитальных затрат по отдельным элементам комплекса энергообеспечения, которые удовлетворяют всем требованиям объекта энергоснабжения и потребителя тепловой энергии. Вследствие этого первоочередным является определение минимальных затрат в объект энергообеспечения без перевода его на другой альтернативный вид топлива, так называемый «базовый» вариант. На следующем этапе определяется тот вариант перевода этого объекта на альтернативный вид топлива, при котором будут минимальны приведенные затраты во весь процесс энергообеспечения, как поэлементно, так и в целом.

В этом случае:

$$\sum Z^{opt} \rightarrow \min$$

при условии:

$$C_j^{i+1} \leq C_j^{баз} .$$

В конечном расчете экономико-математическая модель нахождения оптимальной партии поставки СПГ на объект энергообеспечения принимает вид выбора наименьших значений капитальных затрат поэлементно и в целом по процессу энер-

гообеспечения объектов воинских частей.

Показатели эффективности проекта перевода объекта энергообеспечения на СПГ основываются сугубо на экономической целесообразности и в целом характеризуют с экономической точки зрения принимаемые организационно-технические, производственно-технологические и проектные решения.

Капитальные вложения в систему энергообеспечения могут быть значительными, а следовательно, необходимо рассматривать и сроки окупаемости процесса перевода объекта энергообеспечения на СПГ при их реконструкции, капитальном ремонте или новом строительстве. В современных условиях ко всем объектам энергообеспечения военных городков воинских частей предъявляются требования на порядок выше по сравнению с такими же объектами промышленно-гражданского строительства и жилищно-коммунальной сферы. Поэтому в качестве ограничения при оценке эффективности проекта может выступать предельный срок окупаемости (как период времени, в течение которого инвестиции будут возвращены за счет доходов, полученных от реализации инвестиционного проекта), а также требования по охране окружающей среды и безопасности персонала. Хотя при оценке эффективности срока окупаемости, как правило, предельный срок выступает только в качестве ограничения, определяемого продолжительностью периода до момента окупаемости.

Проведенные исследования показали, что наиболее рациональным является определение данного расчета по себестоимости отпускной тепловой энергии.

Критерий экономичности на единицу количества газа (1м^3 СПГ), применяемого вместо любого вида топлива (Т), определяется по формуле:

$$\Delta C = \left(\left(3^m - \frac{3^m_{зам}}{V_m} \right) - \left(3^{э(СПГ)} - \frac{3^{э(СПГ)}}{V_{э(СПГ)}} \right) + \frac{Q_{год} \times (S^m - S^{э(СПГ)})}{V_{э(СПГ)}} \right) \times \beta,$$

где V_m – расход топлива вида (Т) на единицу отпускаемой тепловой энергии; $V_{э(СПГ)}$ – расход природного газа или СПГ на единицу отпускаемой тепловой энергии; $3^m_{зам}$ – замыкающие затраты на 1 т у.т. топлива вида (Т); $3^{э(СПГ)}$ – замыкаю-

щие затраты на 1 т у.т. природного газа или СПГ; 3^m – удельные затраты топлива вида (Т) на единицу отпускаемой тепловой энергии (без топливной составляющей), руб./1Гкал; $3^{э(СПГ)}$ – удельные затраты природного газа или СПГ на единицу отпускаемой тепловой энергии (без топливной составляющей), руб./1Гкал; β – коэффициент приведения, отражающий расход единицы топлива к единице отпускаемой тепловой энергии, $\beta = \frac{V}{Q_{год}}$; Q – го-

довая потребность в топливе; $Q_{год}$ – годовая потребность в тепловой энергии; S^m – топливная составляющая используемого вида топлива (Т); $S^{э(СПГ)}$ – топливная составляющая природного газа или СПГ.

При сравнении двух и более вариантов экономии капитальных вложений, оказываемых в пределах $\leq 5\%$, можно считать равноценными данные проекты с экономической точки зрения. В данном случае принятие или отклонение производится организационно-экономическим решением руководителя, который учитывает дополнительные эффекты в виде срока окупаемости, надежности, безопасности, экологического и других эффектов.

Организационно-экономические решения принимаются на всех уровнях управления и являются одной из функций работы руководителя, они направлены на достижение поставленной цели или задачи. Это находит широкое применение при принятии инновационных решений, в том числе экономических и организационно-управленческих инноваций.

Согласно методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования [8], полностью соответствующих методике UNIDO, для сравнения различных инвестиционных проектов (или вариантов проекта) и выбора наилучшего из них используются различные показатели.

В основе принятия решения о приемлемости проекта по методике UNIDO лежит определение его ценности. Ценность проекта – это разница между выгодами по проекту и затратами на его реализацию и эксплуатацию, т.е.

$$\mathcal{E}_n = B_n - Z_n,$$

где \mathcal{E}_n – эффект или ценность по проекту; B_n – выгоды или поступления по проекту; Z_n – затраты или расходы по проекту; n – горизонт расчета.

Преимущества показателя срока окупаемости капиталовложений состоят в том, что он прост для определения и имеет четкий экономический смысл. Поэтому его целесообразно использовать для оценки степени выгодности определенного варианта инвестиций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бирюков Н.А.* Моделирование образования затрат на эксплуатацию зданий и выработку тепловой энергии // Современные направления технологии, организации и экономики строительства: доклады участников межвузовского научно-практического семинара. Вып. 16. СПб.: Изд-во ВАМТО, 2013. С. 64–74.

2. *Бирюков Н.А.* Основные технико-экономические показатели, влияющие на процесс энергообеспечения объектов силовых министерств и ведомств Российской Федерации // Управление строительством в современных условиях: сб. научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции. СПб.: Изд-во ВАМТО, 2014. С. 172–178.

3. *Бирюков Н.А.* Оценка сопоставимости стоимости различных видов топлива, используемых для снабжения объектов энергообеспечения силовых министерств и ведомств РФ // Инновационные материалы, технологии и социально-экономические аспекты развития экономики и обороноспособности Российской Федерации: сб. научных трудов XXXVIII научно-

практической конференции. Балашиха: Изд-во ВТУ МО РФ, 2013. С. 152–160.

4. *Бирюков Н.А.* Экономико-математическая модель выбора оптимального варианта объема поставки топливного энергоресурса и оптимального объема хранилища топлива у объектов потребителей силового компонента государства // Научно-технический сборник ВТУ МО РФ. 2015. № 14. С. 134–139.

5. *Бирюков Н.А.* Экономические преимущества использования сжиженного природного газа в качестве энергоносителя для объектов энергообеспечения силовых министерств и ведомств РФ // Направления совершенствования системы технического обеспечения ВС РФ: материалы всероссийской научно-практической конференции. СПб.: Изд-во ВАМТО, 2013. С. 333–335.

6. *Бирюков Н.А.* Эффективное энергоснабжение – основа энергетической безопасности государственной экономики страны // Современные направления технологии, организации и экономики строительства: доклады участников межвузовского научно-практического семинара. Вып. 16. СПб.: Изд-во ВАМТО, 2013. С. 58–64.

7. *Вертешев А.С.* Методы и модели обеспечения устойчивого энергоснабжения энергодефицитных регионов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. 22 с.

8. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция): официальное издание / руководители авт. колл.: В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. М.: Экономика, 2000. 421 с.