

смотренного примера приведен на рисунке 1. Вид уравнения  $C_{cp} = \varphi(K_{t_0})$  определяется по предложенному алгоритму на основе статистической информации о характере изменения удельной стоимости завозимого материала в период строительства объекта.

3. Выполненные исследования показали, что поскольку  $C_{cp} = \varphi(K_{t_0})$  – монотонно возрастающая функция, то существует функция  $K_{t_0} = \varphi^{-1}(C_{cp})$ , позволяющая определить «траекторию» графика поставки материала на объект по средней стоимости ресурса  $C_{cp}$ , поставляемого на объект.

4. Предложенный алгоритм выбора стратегии поставок материалов имеет практическую значимость, позволяет на основе мониторинга стоимости материалов и транспортных услуг выполнить менеджмент ресурсного обеспечения дорожно-строительных объектов в условиях неопределенности, с учетом различного рода рисков и ограничений на поставки материалов по времени, объему, номенклатуре.

### Литература

1. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.



УДК 338.2:338.012

А.В. Орлов, Ф.Ф. Юрлов

### АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЭЛЕКТРОЁМКОСТИ ДОБЫЧИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

*Статья посвящена эконометрическому моделированию электроёмкости ВЭД «Добыча полезных ископаемых». Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование электроёмкости.*

**Ключевые слова:** эконометрическое моделирование, электроёмкость, добыча полезных ископаемых, корреляционно-регрессионный анализ.

A.V. Orlov, F.F. Yurlov

### ELECTRIC INTENSITY FACTOR ANALYSIS IN THE PROCESS OF FUEL AND POWER RESOURCE MINING

*The article is devoted to the electric intensity econometric modeling of TEA "Mining operations". The factors, which have the greatest impact on the electric intensity formation, are revealed.*

**Key words:** econometric modeling, electric intensity, mining operations, correlation and regression analysis.

Сокращение энергоёмкости валового внутреннего продукта и основных отраслей народного хозяйства входит в число важнейших стратегических задач России, которая по уровню потребления энергоресурсов в 2–3 раза превышает ведущие страны мира.

Проблемы эффективного энергопотребления и энергосбережения всегда являлись достаточно актуальными. Высокая электроёмкость российской экономики дорого обходится стране с точки зрения обеспечения энергетической безопасности, доходной части государственного бюджета, конкурентоспособности промышленности, здоровья населения и охраны окружающей среды, но в то же время предоставляет значительные возможности для экономии [1].

Особо остро вопрос эффективного энергопотребления стоит перед отечественной нефтегазовой отраслью, так как именно данный сектор экономики, обеспечивающий 10–12% мировой добычи нефти, является одним из самых больших потребителей различных видов энергии.

Проблема сокращения энергоёмкости нефтегазового сектора экономики во многом связана с тем, что он часто воспринимается не как потребляющий энергоресурсы, а как их производящий, в то же время именно данная сфера экономики характеризуется высоким уровнем энергоёмкости.

Нефтегазодобывающая отрасль относится к достаточно энергоёмкому производству. При огромных объемах добычи нефти и газа собственное потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) достигает

десятков миллионов тонн условного топлива. В этой связи важное значение приобретает проблема рационального использования энергоресурсов нефтегазовых регионов. С одной стороны, это вызвано возрастающими потребностями в нефти и газе, с другой – резким ухудшением горно-геологических и экономико-географических условий из-за развития нефтяной и газовой промышленности, приводящих к существенному росту энергоемкости и затрат на собственные энергетические нужды.

На добычу топливно-энергетических полезных ископаемых приходится 80% электропотребления по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых». На добычу сырой нефти и попутного газа и связанные с ними услуги приходится примерно 60–63% электропотребления, природного газа и газового конденсата – 8–10%, твердого топлива – около 7%.

К настоящему времени в нефтегазовом секторе имеется ряд проблем, приводящих к росту объемов потребления энергоресурсов. Это, прежде всего, состояние природно-ресурсного потенциала отрасли, ухудшение качества сырьевой базы нефтегазового сектора и условий эксплуатации месторождений. Указанные факторы приводят к увеличению расходов важнейших энергоресурсов в процессе нефтегазодобычи.

Падение добычи нефти в староосвоенных районах сопровождается ростом обводненности месторождений, что приводит к интенсификации работы подъемных насосов и росту электропотребления на тонну поднимаемой на поверхность скважинной жидкости (которая становится нефтью после очистки). Другой причиной роста электропотребления на тонну является рост технологической потери жидкости, закачиваемой в пласт.

К наиболее энергоемким направлениям нефтедобычи относятся процессы механизированной добычи жидкости из скважин, поддержания пластового давления, подготовки и перекачки нефти. Так, общий расход электроэнергии на подъем жидкости по нефтяным компаниям России составляет от 55 до 62% от общего потребления, на работу системы поддержания пластового давления расходуется от 22 до 30%, на подготовку, транспорт нефти и газа – 8–23%. На остальные технологические процессы нефтедобычи приходится относительно небольшой процент расхода энергии.

Особенностью развития энергохозяйства при разработке нефтяных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока является создание локальных энергосистем, которые обеспечивают потребности производственных объектов нефтедобычи, а также других потребителей, включая промышленные, транспортные и непромышленные сферы. Локальная система энергоснабжения используется и на новых месторождениях Западной Сибири [2,3].

Другой составляющей в сегменте «Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых» является добыча газа.

Из общего количества запасов разрабатываемых месторождений газа более 2,6 трлн м<sup>3</sup> относятся к глубокозалегающим горизонтам. Для вовлечения их в разработку потребуется перевооружение отрасли с привлечением значительных инвестиций. В существующей структуре добычи природного газа в России около 80% приходится на так называемый «сухой» газ, практически чистый метан, добываемый из сеноманского газоносного комплекса, залегающего на глубинах от 1000 до 1200 метров. В то же время структура запасов газа страны почти на 55% представлена «жирным» газом многокомпонентного состава, включающего в разных сочетаниях углеводородные и неуглеводородные соединения. В дальнейшем для поддержания добычи необходимо освоение ресурсов новых глубокозалегающих нефтегазоносных комплексов: ачимовского, юрского, палеозойского. Наиболее изученным из них является ачимовский комплекс, расположенный на глубинах 3000–4000 метров. По причине значительных различий в условиях добычи (глубины залегания, состава пластовой смеси, геологических структур и т.п.) разработка ачимовских залежей представляет собой принципиально иной вид добычи газа, требующий как новых технологий, оборудования, так и новой экономической структуры.

По оценкам экспертов, в структуре запасов Ямало-Ненецкого автономного округа выделяется порядка 5,2 трлн м<sup>3</sup> низконапорного газа. Добыча такого газа сопряжена со значительным увеличением затрат на поддержание давления в трубе. Решение этой проблемы лежит в плоскости производства электроэнергии и жидких продуктов газохимии в местах добычи [4].

Рост энергоемкости нефтегазодобывающей промышленности, если его не преодолеть, может в перспективе привести к энергодоминирующему сценарию развития отрасли. В то же время, по оценкам экспертов, в России имеется огромный потенциал энергосбережения – 40–45% всего энергопотребления, что доказывает высокую значимость этого фактора не только для энергетики и нефтегазового сектора, но и для экономики всей страны. Примерно третья часть потенциала энергосбережения концентрируется в топливно-энергетических отраслях, в них высока возможность экономии энергии (25% всего потенциала энергосбережения), природного газа (22–23%) и нефти (20%).

Специфика повышения энергоэффективности в отдельных секторах экономики (организация управления и принятия решений, степень и возможности регулирования, структура и схожесть технических и институциональных решений) предопределила необходимость выделения секторальных направлений по реализации программных мероприятий по повышению энергоэффективности и снижению энергоёмкости.

Для эффективного принятия решений по реализации программных мероприятий по повышению энергоэффективности и снижению электроёмкости сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых необходимо определить факторы, влияющие на формирование электроёмкости, а также оценить степень влияния этих факторов.

Целью настоящих исследований являлось определение факторов, оказывающих наибольшее влияние на формирование электроёмкости сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых.

В качестве метода эконометрического моделирования нами был выбран корреляционно-регрессионный анализ, который позволяет выбрать из всей совокупности рассматриваемых факторов наиболее существенные. Перечень факторов, рассматриваемых при моделировании их влияния на электроёмкость сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых, приведен в таблице.

Исследование проводилось с использованием программного пакета Statgraphics. Исходными данными для исследования являлись данные официального сайта Федеральной службы государственной статистики за период с 2005 по 2010 год [5].

#### Перечень факторов, рассматриваемых при моделировании их влияния на электроёмкость

Условное обозначение	Наименование фактора	Размерность
X <sub>1</sub>	Коэффициент обновления основных фондов	%
X <sub>2</sub>	Объем инвестиций в основной капитал	млрд руб.
X <sub>3</sub>	Объем товарной продукции	млрд руб.
X <sub>4</sub>	Затраты на технологические инновации	млрд руб.
X <sub>5</sub>	Потребление электроэнергии	млрд кВт·ч
X <sub>6</sub>	Средний тариф на приобретенную промышленными организациями РФ электроэнергию	руб/тыс. кВт·ч
X <sub>7</sub>	Материальные затраты при производстве продукции	млн руб.
X <sub>8</sub>	Энергетические затраты при производстве продукции	млн руб.

В процессе проведения исследования по всем факторам была сформирована статистическая база данных.

На основе обработки исходной статистической информации был проведен расчет коэффициентов корреляции между рассматриваемыми факторами и электроёмкостью сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых. Наибольшие значения коэффициентов корреляции были выявлены между коэффициентом обновления основных фондов, инвестициями в основной капитал, потреблением электроэнергии, объёмом товарной продукции, средним тарифом на приобретенную промышленными предприятиями электроэнергию, материальными затратами при производстве продукции и энергетическими затратами при производстве продукции. При проведении дальнейших исследований между всеми факторами, имеющими наибольший коэффициент корреляции с электроёмкостью сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых, были найдены коэффициенты парной корреляции для устранения возможной мультиколлинеарной зависимости.

В результате проведенного анализа были установлены факторы для их последующего включения в экономико-математическую модель. Наиболее значимыми среди них оказались коэффициент обновления основных фондов и объём товарной продукции.

На следующем этапе выполнения работ по моделированию была построена экономико-математическая модель влияния выявленных факторов на электроёмкость сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых. Полученную модель можно представить в следующем виде:

$$Y = 45,4302 - 2,31822 \cdot X_1 - 0,00197523 \cdot X_3,$$

где  $Y$  – электроёмкость ВЭД «Добыча полезных ископаемых», кВт·ч/тыс. руб.;

$X_1$  – коэффициент обновления основных фондов, %;

$X_3$  – объём товарной продукции, млрд рублей.

Качество и достоверность полученной регрессионной модели были проверены с помощью статистики  $R^2$  – коэффициента детерминации. По расчетам, коэффициент детерминации составляет 0,9995. Статистическая значимость полученной модели подтверждается при помощи F-теста критерия Фишера. Расчетный показатель  $F$  составляет 1390,84 при табличном значении 19,16. Следовательно, можно утверждать, что разработанная экономико-математическая модель является достоверной.

По результатам проведенного исследования были выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование электроёмкости промышленности. В качестве основных показателей, оказывающих влияние на электроёмкость сектора добычи топливно-энергетических полезных ископаемых, являются коэффициент обновления основных фондов и объём товарной продукции.

На основании вышесказанного следует, что снижение электроёмкости за счёт роста объёма товарной продукции определяется ростом загрузки электроёмких предприятий в отрасли и, соответственно, снижением доли условно-постоянной составляющей расходов электроэнергии. Увеличение обновления основных производственных фондов сопровождается, как правило, внедрением более эффективного оборудования с относительно низким уровнем энергопотребления, что будет способствовать снижению электроёмкости.

Усложнение горно-геологических условий добычи энергоресурсов, разработка месторождений в экстремальных природно-климатических условиях, уменьшение потерь на различных технологических стадиях производства, повышение качества продукции и энергоэффективности требуют соответствующего ускорения научно-технического прогресса и адекватного инновационного уровня развития смежных отраслей.

Основными направлениями энергосбережения в нефтяном комплексе являются:

- **в транспортировке нефти** – реконструкция объектов нефтепроводов и системная организация технологических режимов их работы, сокращение потерь нефти, внедрение автоматизированных систем управления и телемеханики, улучшение технического состояния нефтеперекачивающих агрегатов, широкое внедрение резервуаров с плавающей крышей;

- **в добыче нефти** – снижение расхода нефти на технологические нужды и потери, повышение нефтеотдачи, оптимизация режима работы скважин, совершенствование контроля и учета нефти;

- **в переработке нефти** – повышение глубины переработки, более полное использование газов нефтепереработки, автоматизация оптимального ведения режимов технологических цепочек.

Основными направлениями энергосбережения в газовой промышленности являются:

- **в добыче газа** – снижение расхода газа на технологические нужды, оптимизация режима работы технологических объектов, совершенствование контроля и учета газа, повышение газоотдачи пластов;

- **в транспортировке газа** – реконструкция газотранспортных объектов и системная организация технологических режимов работы магистральных газопроводов, сокращение потерь газа, внедрение автоматизированных систем управления и телемеханики, улучшение технического состояния газоперекачивающих агрегатов, внедрение высокоэффективных газотурбинных приводов для газоперекачивающих агрегатов с высоким КПД, расширения использования газоперекачивающих агрегатов с регулируемым электроприводом;

- **в переработке газа** – повышение степени утилизации тепла технологических потоков, повышение КПД тепловых агрегатов на газовом топливе; оптимизация и автоматизация технологических процессов;

- **в подземном хранении газа** – оптимизация буферного объема газа, снижение пластовых потерь газа, использование в качестве буферного объема непромышленных газов (азота, дымовых газов и т.д.).

В последнее время в России развиваются перспективные направления системы поддержания пластового давления (ППД), направленные на снижение энергозатрат и повышение эффективности производства. Одним из направлений в этой области является применение объемных насосов на участках с низкопроницаемыми коллекторами.

Повышению энергоэффективности добычи нефти способствует использование попутного нефтяного газа (ПНГ). Первичная переработка ПНГ производится на газоперерабатывающих заводах, товарной продукцией которых является метан, поступающий в Единую газотранспортную систему; широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), которая используется как нефтехимическое сырьё; стабильный газовый бензин, который используется в качестве моторного топлива. Кроме того, часть собранного попутного газа использует-

ся непосредственно на месторождениях для получения тепловой и электрической энергии, необходимой для добычи нефти и газа.

Полезное использование попутного газа позволит сделать вывод о возможном сокращении энергопотерь на 15–20 млн т.н.э. Утилизация сжигаемых в настоящее время объемов ПНГ позволила бы ежегодно производить до 5–6 млн тонн жидких углеводородов, 15–20 млрд м<sup>3</sup> сухого газа (метана) или 60–70 тысяч ГВт·ч электроэнергии.

### Литература

1. Энергоэффективность в России: скрытый резерв: отчёт, подготовленный экспертами Всемирного банка, Международной финансовой корпорации и Центра по эффективному использованию энергии. – 2008. – 162 с.
2. Сургучев Л.М. Ресурсосбережение при извлечении нефти. – М.: Недра, 1991. – 170 с.
3. Информационно-аналитический доклад о функционировании и развитии электроэнергетики России в 2009 году: отчёт, подготовленный Министерством энергетики Российской Федерации в сотрудничестве с ЗАО «Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике» (ЗАО «АПБЭ»), ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС») и ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ОАО «ФСК ЕЭС»). – 2010. – 347 с.
4. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. – М.: Приор, 2003. – 26 с.
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. – URL://http://www.gks.ru.



УДК 658:005

Д.С. Щербаков

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ НАУКОЕМКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

*В статье исследуется проблема совершенствования организации технологической подготовки наукоемкого производства под влиянием глобализации. Обсуждается общелогистический подход к рационализации информационных потоков наукоемкого предприятия на принципах проактивного управления.*

**Ключевые слова:** глобальная логистическая система, наукоемкое производство, квантовый эффект, показатели технологичности, логистическая инженерия, критерий проактивности.

D.S. Shcherbakov

### PERFECTING THE ORGANIZATION OF THE SCIENCE ABSORBING INDUSTRY TECHNOLOGICAL PREPARATION ON THE LOGISTIC APPROACH BASIS

*The issue of perfecting the organization of the science absorbing industry technological preparation under the globalization influence is researched in the article. The general logistic approach to the information flow rationalization of the science intensive enterprise on the basis of the proactive management principles is discussed.*

**Key words:** global logistic system, science intensive industry, quantum effect, technological indicators, logistic engineering, proactivity criterion.

**Введение.** Глобализация наукоемкого производства в международных масштабах приводит к удлинению цепей поставок, и преимущество производителей зависит от возможностей каждого звена эффективно управлять своими запасами, быстро реагировать на изменение спроса при условии сохранения собственного баланса всех видов ресурсов. А в условиях сокращения жизненных циклов разработки высокотехнологичных продуктов повышение реактивности приобретает решающее значение. Поэтому и возникла необходимость поиска таких логистических решений, которые бы обеспечивали более высокое быстродействие при меньших издержках. Логистическая поддержка в едином информационном пространстве жизненного цикла наукоемкого изделия носит интегрированный характер и простирается от момента возникновения замысла нового объекта до системы серийного производства. Все процессы, протекающие в рамках отдельных функций, согласовываются друг с