

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ г. КРАСНОЯРСКА

В статье представлена оценка эффективности энергоснабжения в образовательных учреждениях г. Красноярск, выполненная сопоставлением двух интегральных показателей.

**Ключевые слова:** энергия электрическая, эффективность использования, образовательные учреждения, г. Красноярск.

E.Yu. Sizganova, E.V. Bocharova

EDUCATIONAL INSTITUTION ENERGY EFFICIENCY IN KRASNOYARSK CITY

Power supply efficiency estimation in the educational institutions in Krasnoyarsk city, which is conducted by means of comparison of two integrated indicators, is given in the article.

**Key words:** electrical power, use efficiency, educational institutions, Krasnoyarsk city.

Энергоэффективность образовательных учреждений г. Красноярск по результатам моделирования может быть оценена сопоставлением двух интегральных показателей, один из которых характеризует получаемый положительный эффект, а второй – затраты. Методика моделирования энергоэффективности, позволяющая оценить ее по представленным интегральным показателям, приведена в [2].

Положительный эффект, получаемый от внедрения методологии оптимального управления электропотреблением, оценивается интегральным показателем вида

$$IP_W = \frac{\int_0^\infty W_1(r)dr - \int_0^\infty W_2(r)dr}{\int_0^\infty W_1(r)dr}, \tag{1}$$

где  $W_1(r)$  – ранговое параметрическое распределение образовательных учреждений по электропотреблению, построенное в результате имитационного моделирования, при условии отсутствия управляющего воздействия, направленного на энергосбережение;

$W_2(r)$  – ранговое параметрическое распределение образовательных учреждений по электропотреблению, полученное при наличии управляющего воздействия.

Затраты на внедрение методологии оптимального управления электропотреблением также оцениваются интегральным показателем техноценологического типа [1]:

$$IP_Z = 1 + \frac{\int_0^\infty Z_2(r)dr}{\int_0^\infty Z_1(r)dr}, \tag{2}$$

где  $Z_2(r)$  – ранговое параметрическое распределение образовательных учреждений по затратам на внедрение энергосберегающих технологий, построенное по результатам моделирования;

$Z_1(r)$  – ранговое параметрическое распределение образовательных учреждений по затратам на оплату за потребленную электроэнергию применительно к варианту без управляющих воздействий.

Критерием эффективности техноценологического типа здесь является максимизация интегрального показателя эффективности [3]

$$IP = \frac{IP_W}{IP_Z} \xrightarrow{k \in [1, n]} \max, \tag{3}$$

при выполнении ограничений:

$$W(r_k) - \frac{\{\Phi p_\delta\}^{-1}[\sigma_k]}{2} \leq W_k \leq W(r_k) + \frac{\{\Phi p_\delta\}^{-1}[\sigma_k]}{2}, \tag{4}$$

где

$$\Phi(x) \stackrel{\text{def}}{=} \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_0^{x/2} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right\}^{-1} \quad \text{– обратная функция Лапласа, задающая нижнюю и верхнюю границы доверительного интервала};$$

$n$  – общее количество образовательных учреждений;

$W_k$  – эмпирическое значение электропотребления  $k$ -го образовательного учреждения, получаемое по результатам имитационного моделирования;

$W(r_k)$  – электропотребление, соответствующее рангу  $k$ -го образовательного учреждения на кривой;

$W(r)$ ;  $p_\delta$  – априорно принимаемая 95%-я доверительная вероятность;

$[\sigma_k]$  – эмпирический стандарт распределения  $W(r)$  в кластере  $k$ -го образовательного учреждения.

Для реализации гауссового разброса параметров в пределах кластера доверительная вероятность  $p_\delta$  принимается равной 0,95. Эмпирический стандарт  $[\sigma_k]$  рассчитывается по результатам процедур интервального оценивания и кластер-анализа [5].

Формально интегральный показатель  $IP_W$  исчисляется в диапазоне  $[0,1]$ , левая граница которого соответствует полному отсутствию управляющих энергосберегающих процедур, а правая – «абсолютному энергосбережению», сводящему электропотребление к нулю. В свою очередь, интегральный показатель  $IP_Z$  исчисляется в диапазоне  $[1, \infty)$ . Левая граница показателя соответствует состоянию с нулевыми затратами на выполнение мероприятий по энергосбережению, правая – бесконечным затратам. Очевидно, что при этом интегральный показатель эффективности  $IP$  находится в пределах  $[0,1]$ , формально приобретая свое критериальное значение при строгом выполнении равенства  $IP = 1$ . Реально критериальное значение показателя  $IP$  должно определяться с учетом минимальных технологических потребностей образовательных учреждений в электроэнергии, соответствующих нижней границе переменного доверительного интервала (левая часть неравенства (4)).

В общем случае неравенство (4) определяет необходимость реализации процесса электропотребления во всех образовательных учреждениях г. Красноярска в границах гауссового переменного доверительного интервала, определяемого в ходе интервального оценивания. При этом не допускается снижение электропотребления объектов ниже значения, определяющего минимальные технологические потребности, которые задаются нижней границей переменного доверительного интервала. Оба условия (4) должны конъюнктивно выполняться на всей области определения рангового параметрического распределения  $k \in [1, n]$ .

Оптимизация процесса электропотребления должна осуществляться одновременно на двух системных уровнях: *первый уровень* предполагает внедрение эффективных решений, направленных на энергосбережение в рамках конкретных технологических процессов (технические мероприятия); *второй уровень* – управление инфраструктурой образовательных учреждений Красноярска организационными методами с целью снижения электропотребления до минимального уровня, обеспечивающего нормальное функционирование образовательных учреждений [4].

Оптимизационные процедуры первого уровня непосредственно связаны с моделированием процесса электропотребления техноценоза, которое осуществляется имитационными методами с использованием транзактного способа организации квазипараллелизма (чередования). Процесс функционирования отдельных технических систем объектов техноценоза моделируется агрегатным методом. Оптимизационные процедуры в рамках модели реализуются с использованием градиентных методов многомерной оптимизации и выпуклого анализа. Многомерная оптимизация дополняется эффективными процедурами одномерного поиска, а выпуклому анализу предшествует проверка модели на чувствительность [1].

Оптимизация процесса электропотребления организационными методами (второй уровень оптимизации) может осуществляться исключительно в границах текущего переменного доверительного интервала, описываемого выражением (4). Следовательно, оптимум электропотребления будет достигаться при таких значениях параметров управляющего воздействия, направленного на энергосбережение, которые формально обеспечат суммарное электропотребление техноценоза, соответствующее нижней границе переменного доверительного интервала. Смысл оптимизации заключается не в поиске оптимального значения целевой функции в области варьирования параметров (как это было на первом уровне), а в определении оптимальной стратегии изменения параметров, которая минимизирует издержки оптимального управления электропотреблением на пути движения техноценоза к состоянию, обеспечивающему оптимум электропотребления на нижней границе переменного доверительного интервала (рис. 1).

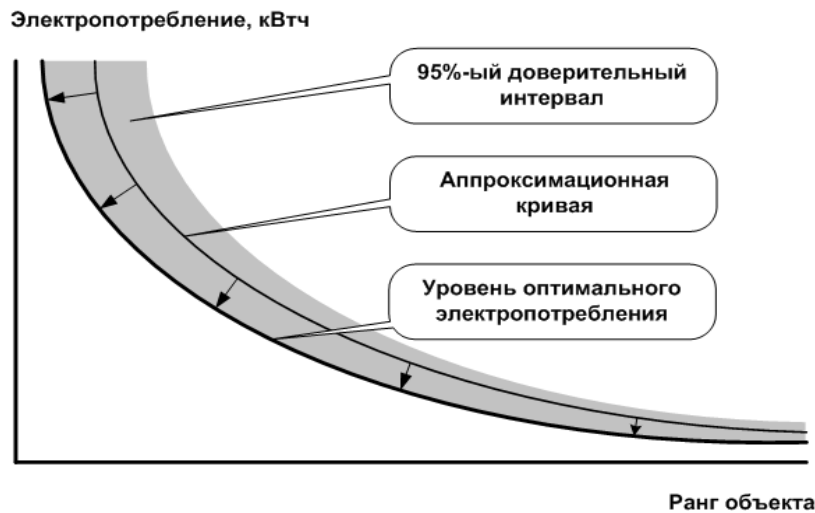


Рис. 1. К понятию оптимума электропотребления (стрелками условно показано направление оптимизации)

По результатам моделирования и двухуровневой оптимизации процесса электропотребления можно определить такой важный прогнозный параметр, как потенциал энергосбережения образовательных учреждений Красноярска (рис. 2).

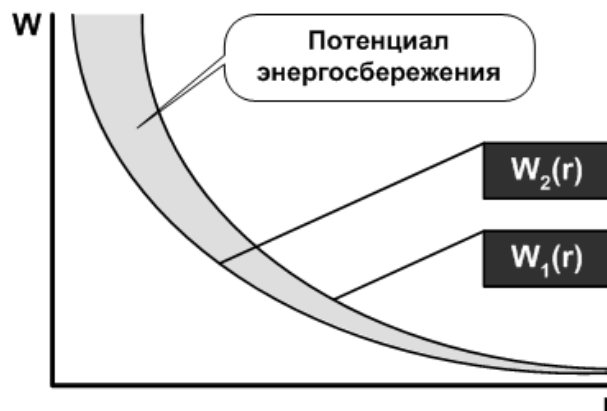


Рис. 2. К понятию потенциала энергосбережения

Числитель критериального выражения (1), вычисленный по результатам оптимизационного процесса, может рассматриваться как потенциал энергосбережения образовательных учреждений Красноярска:

$$\Delta W_t = \int_0^{\infty} W_1(r) dr - \int_0^{\infty} W_2(r) dr \quad (5)$$

при выполнении ограничений:

$$\begin{cases} IP = \frac{IP_w}{IP_z} \xrightarrow{k \in [1, n]} \max; \\ W(r_k) - \frac{\{\Phi(p_\delta)\}^{-1}[\sigma_k]}{2} \leq w_k \leq W(r_k) + \frac{\{\Phi(p_\delta)\}^{-1}[\sigma_k]}{2}, \end{cases} \quad (6)$$

где  $\Delta W_t$  – потенциал энергосбережения образовательных учреждений (кВт·ч) на глубину времени  $t$ .

Под потенциалом энергосбережения понимается полученная в результате моделирования на расчетную глубину времени абсолютная разница (кВт·ч) между электропотреблением образовательных учреждений без реализации энергосберегающих мероприятий и процедур, с одной стороны, и электропотреблением, полученным в результате внедрения методологии оптимального управления электропотреблением на системном уровне с реализацией комплекса технических и технологических мероприятий, с другой стороны [4].

Реализация разработанной динамической модели электропотребления осуществляется с помощью информационно-аналитического комплекса.

Оценка эффективности методологии оптимального управления электропотреблением, а также потенциала энергосбережения образовательных учреждений Красноярска осложняется необходимостью осуществления практической внедренческой работы, растягивающейся на несколько лет. А ответ, как правило, необходимо иметь еще до принятия решения о внедрении методологии. Для решения этой задачи используется программа, позволяющая моделировать процесс реализации методики на глубину 5–7 лет и более. В основу здесь положен алгоритм имитационного моделирования с динамическими обратными связями. В качестве стандартных процедур, отражающих процесс электропотребления образовательными учреждениями г. Красноярска, используются модифицированные методики прогнозирования, интервального оценивания и нормирования. Реализация конкретных значений электропотребления объектов в процессе моделирования осуществляется с использованием соответствующих преобразующих функций. Собственно оценка эффективности и потенциала энергосбережения образовательных учреждений выполняется по критериальным выражениям, основанным на законе оптимального построения техноценозов [2].

Пример реализации программы для образовательных учреждений Свердловского района г. Красноярска. Для упрощения расчетов сделано допущение, что каждое образовательное учреждение в будущем будет потреблять электроэнергию по прогнозируемой стохастической норме с учетом гауссового разброса параметров внутри доверительного интервала соответствующего кластера техноценоза [5].

**Подготовка данных.** Задаем начало отсчета и считываем исходные данные:

```
ORIGIN := 1
W := READPRN(«c:\mathcad_dat2\Zipf.md»)
R := READPRN(«c:\mathcad_dat2\R.md»)
Rang := READPRN(«c:\mathcad_dat2\Rang.md»)
n := rows(W),
```

где R – вектор рангов объектов;

W – матрица упорядоченных реальных данных по электропотреблению за рассматриваемый период, кВтч;

n – количество объектов;

Rang – матрица рангов, соответствующих величине электропотребления каждой тяговой подстанции за временной интервал.

**Интерполяция норм электропотребления.** Первоначально с использованием модифицированных программ прогнозирования, интервального оценивания и нормирования осуществляется кластерный анализ и интерполяция норм электропотребления объектов техноценоза на моделируемый единичный временной интервал.

**Модельная реализация стохастических значений электропотребления.** Ввиду недостаточной исследованности ряда динамических параметров, описывающих процесс электропотребления образовательных учреждений, в данной программе приняты допущения:

1. При отсутствии в системе управления электропотреблением образовательных учреждений стимулирующих воздействий, направленных на энергосбережение, в качестве математического ожидания и стандарта принимаются соответствующие параметры нормы, вычисленной для кластера. В противном случае математическое ожидание уменьшается в  $k_1$  раз, а стандарт – в  $k_2$  раза.

2. Все результаты электропотребления, превышающие норму, заменяются ее максимальным значением для данного образовательного учреждения. В случае же если электропотребление объекта при моделировании окажется меньше нижней границы нормы, то в качестве электропотребления образовательного учреждения принимается минимальное значение нормы.

Полученные данные записываются в файлы и визуализируются результаты расчетов [2]. При этом в файл "C:\mathcad\_dat\Dinam\_1.xls" записываются моделируемые результаты электропотребления образовательных учреждений в будущем году при отсутствии мероприятий по энергосбережению, а в файл

"C:\mathcad\_dat\Dinam\_2.xls" – моделируемые результаты электропотребления образовательных учреждений в будущем месяце в условиях проведения мероприятий по энергосбережению.

Созданная в MathCad программа позволяет моделировать процесс электропотребления образовательных учреждений на один временной интервал (в данном случае месяц) вперед. После этого полученные результаты, ранее в теле программы, записанные в файлы "Dinam\_1.xls" и "Dinam\_2.xls", должны в интерактивном режиме вне программы добавляться к исходной базе данных. При этом в отдельных файлах с одним и тем же именем "data.xls", но размещенных в разных папках, параллельно формируются две базы данных: одна с электропотреблением образовательных учреждений при отсутствии мероприятий по энергосбережению, а вторая – с электропотреблением в условиях проведения мероприятий по энергосбережению. Далее отдельно для каждой из баз данных должны быть реализованы все расчетные программы, включая настоящую. После получения новых результатов моделирования (на второй временной интервал) и добавления к базам данных расчеты повторяются в циклическом режиме. Количество прогонов модели соответствует требуемой глубине прогноза. Очевидно, что в процессе моделирования имеет смысл содержать обе базы данных отдельно от рабочих файлов, размещенных в директории "C:\mathcad\_dat". После каждого прогона модели и интерактивной модификации баз данных эти файлы, замещая предыдущие, должны экспортироваться в данную директорию как исходные для последующих расчетов. Естественно, при этом должен быть сохранен исходный файл, содержащий данные по реальному электропотреблению образовательных учреждений за предыдущие месяцы (годы) функционирования.

Потенциал энергосбережения дошкольных образовательных учреждений Свердловского района г. Красноярск в 2010 году составил  $\Delta W=276$  тыс. кВт·ч, что соответствует 618,24 тыс. руб.

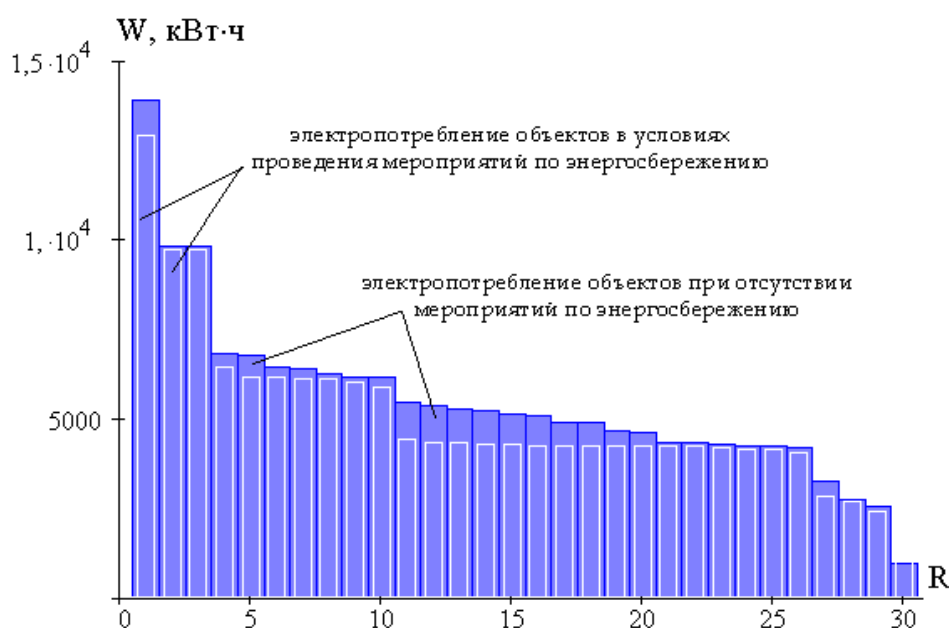


Рис. 3. Сравнение электропотребления образовательных учреждений (к исходу цикла моделирования для двух вариантов)

Внедрение методологии оптимального управления электропотреблением с учетом критерия (3) позволит сэкономить в ближайшие пять лет до  $1,38 \times 10^3$  тыс. кВт·ч (3091,2 тыс. руб.) за счет организационных и технических мероприятий с быстрым сроком окупаемости. Немаловажным резервом является также оптимизация собственно процесса углубленных энергетических обследований (энергоаудита), проводимых на аномальных объектах техноценоза после соответствующих процедур интервального оценивания.

### Литература

1. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 552 с.

2. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов. – М.: ЦСИ, 2005. URL: <http://www.baltnet.ru/~gnatukvi/ind.html>.
3. Сизганова Е.Ю., Филиппов В.П. Ценологическая методология нормирования электропотребления на системном уровне // Энергоэффективность: достижения и перспективы: мат-лы V Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – С.176–180.
4. Сизганова Е.Ю., Пантелеев В. И., Филиппов В. П. Нормирование потребления энергоресурсов в инфраструктуре образовательных учреждений г. Красноярска // Электроэнергия: от получения и распределения до эффективного использования: мат-лы Всерос. науч.-техн. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – С. 140–142.
5. Математическое моделирование / под ред. Дж. Эндрюса, Р. Мак-Лоуна. – М.: Мир, 1979. – 280 с.



УДК 332.146:33.843

В.В. Иванов, Н.В. Тумаланов

### ИСТОЧНИКИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В АГРАРНЫЙ СЕКТОР\*

*В работе рассмотрены источники привлечения инвестиций в АПК, диспаритет цен на агропродовольственную и промышленную продукцию, а также инвестиционная привлекательность региона.*

**Ключевые слова:** аграрный сектор, инвестиции, регион, особенности, привлекательность.

V.V. Ivanov, N.V. Tumalanov

### SOURCES OF ATTRACTING THE INVESTMENTS INTO AGRARIAN SECTOR

*The sources of attracting the investments into agrarian and industrial complex, price disparity for agrofood and industrial products, and the region investment prospects are considered in the article.*

**Key words:** agrarian sector, investments, region, peculiarities, prospects.

Инвестиции в аграрное производство имеют особое воспроизводственное значение, способствуют укреплению продовольственной безопасности страны, полноценному обеспечению населения базовой для его жизнедеятельности продукцией. Инвестирование аграрного производства является одним из приоритетных направлений модернизации аграрного производства.

Активизация инвестиционной деятельности является не только основным условием вывода аграрного сектора из депрессии, но и становится важнейшим определяющим фактором дальнейшего его развития. Кроме того, в настоящее время происходит реформирование общественного уклада на селе путем институциональных преобразований. Начата модернизация инфраструктуры села. Все это требует крупномасштабных капиталовложений, как государственных структур, так и частного бизнеса.

Актуальность инвестиций в аграрное производство на современном этапе возрастает в силу того, что современное состояние и перспективы сельского хозяйства Чувашской Республики не внушают оптимизма. Индекс производства продукции отрасли за январь-июль 2011 года по отношению к соответствующему периоду 2010 года составил 97,3. Показатели по растениеводству по сравнению с засушливым 2010 годом значительно улучшились. Средняя урожайность зерновых составила 27 ц с 1 га против 10 ц в 2010 году. Однако в животноводстве положение не улучшилось. поголовье крупного рогатого скота сократилось на 5,5%, поголовье свиней – на 1,7%. Несколько увеличилось поголовье овец и коз – на 4,2%. Показатель скота и птицы на убой в живом весе возрос на 2,2%. Производство молока сократилось на 3,6%. Отрасль продолжает оставаться в состоянии стагнации. Материально-техническая база отрасли нуждается в обновлении и восстановлении. Без вложения средств в отрасль невозможно поддержать производство хотя бы на прежнем уровне [1].

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проекты 11-02-00569а, 11-12-21011а/в)