

УДК 332.145

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ БЮДЖЕТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Якупова Н.М., Кундакчян Р.М., Андреев А.В.

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Казань, e-mail: Aleksey_Andreev_mail@mail.ru

На основе анализа потребления энергоресурсов общеобразовательными организациями Спасского муниципального района Республики Татарстан выявлено, что реализации положений Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ о необходимости снижения к 2015 году объема потребляемых организациями бюджетной сферы коммунальных ресурсов не менее чем на 15 процентов препятствует такой фактор, как прогнозирование потребности в энергоресурсах на основе усредненных натуральных нормативов, не отражающих влияние географических и технических факторов на деятельность учреждения. Авторами на основе построения экономико-математической модели, показана зависимость объема потребления тепловой энергии от действия факторов внешней и внутренней среды, предложена методика прогнозирования потребности бюджетных организаций в тепловой энергии с учетом влияющих факторов. Предложенная методика может быть использована при прогнозировании объемов потребления энергоресурсов бюджетными организациями и расходов местных бюджетов на оплату коммунальных услуг.

Ключевые слова: бюджетные организации, энергопотребление, нормативы потребления энергоресурсов, внутренние и внешние факторы, экономико-математическая модель, факторный анализ

IMPROVING ESTIMATES OF ENERGY CONSUMPTION OF BUDGET ORGANIZATIONS

Yakupova N.M., Kundakchyan R.M., Andreev A.V.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Kazan (Volga region) Federal
University, Kazan, e-mail: Aleksey_Andreev_mail@mail.ru

Based on the analysis of energy consumption educational organization Spassky municipal district of the Republic of Tatarstan, revealed that the implementation of the provisions of the Federal Law «On energy saving and energy efficiency ...» dated November 23, 2009 № 261-FZ on the need to reduce by 2015 the volume of consumable budget spheres of public resources is not less than 15 percent, prevents such factors as predicting demand for energy based on an average natural standards that do not reflect the impact of geo-graphical and technical factors on the activities of the institution. The authors, based on the construction of economic and mathematical model shows the consumption of thermal energy from the factors internal and external environment, the technique of forecasting the needs of budgetary organizations in the heat, taking into account the influence of factors. The proposed method can be used in forecasting the volume of energy consumption by budget organizations and local budget expenditures on utilities.

Keywords: budget organizations, energy consumption, energy consumption standards, internal and external factors, economic and mathematical model, factor analysis

Цель исследования. Федеральным законом «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ в качестве приоритетного направления развития энергосбережения в России и демонстрационной площадки по применению энергосберегающих технологий была определена бюджетная сфера. В соответствии с Законом бюджетные организации обязаны обеспечить снижение объема потребленных ими коммунальных ресурсов в течение пяти лет не менее чем на 15 процентов от объема фактически потребленного им в 2009 году каждого вида энергетического ресурса [1].

Задача снижения энергопотребления особенно актуальна для бюджетных организаций муниципальных районов, так как

финансирование расходов на потребление энергоресурсов осуществляется за счет средств местных бюджетов.

Однако несмотря на законодательное закрепление обязанности снижения организациями бюджетной сферы потребления энергоресурсов, на практике активной реализации утвержденных положений Закона препятствует такой фактор, как прогнозирование потребности в энергоресурсах на основе усредненных натуральных нормативов, не отражающих влияние индивидуальных географических и технических факторов, характерных для каждого муниципального района [2]. Как показывает практика, оценка контролирующими органами эффективности использования бюджетных средств, направленных на оплату энергоресурсов, осуществляется путем сопоставления

объемов фактически произведенных за отчетный период и запланированных расходов, рассчитанных на основе установленных по субъекту федерации усредненных нормативов потребления энергоресурсов. Представляется, что такой подход не позволяет объективно оценить эффективность использования энергоресурсов бюджетными организациями муниципального района, т.к. уровень запланированных расходов на энергоносители не учитывает влияния факторов внешней и внутренней среды.

В связи с чем становится актуальной задача определения объемов потребления энергоносителей бюджетными организациями с учетом географических и технических условий их деятельности.

Материал и методы исследования

Исследование вопросов в области энергетики и энергосбережения показало, что на объем потребления тепловой энергии, в первую очередь может влиять такой климато-географический фактор, как сезонность [3, 4, 5].

К техническим факторам, влияющим на потребление тепловой энергии бюджетными организациями, относятся: доля общеобразовательных учреждений, требующих ремонта ограждающих конструкций, доля общеобразовательных организаций, оснащенных приборами учета тепловой энергии, доля общеобразовательных организаций, в который проведен энергетический аудит.

Представляется, что учет влияния вышеперечисленных факторов на объем потребления энергоресурсов возможен с помощью построения экономико-математической модели. Для исследования зависимости потребления тепловой энергии бюджетными организациями муниципального района от факторов внутренней и внешней среды нами был проведен корреляционно-регрессионный анализ на примере общеобразовательных организаций муниципального района Республики Татарстан

Анализ потребления тепловой энергии общеобразовательными организациями исследуемого муниципального района показал, что удельное потребление тепловой энергии в первую очередь зависит от времени года (фактор сезонности). Для построения экономико-математической модели нами были определены месячные количественные характеристики потребления ими тепловой энергии. Отметим, что анализ выявил отсутствие потребления тепловой энергии в мае – сентябре. Учитывая равномерное снижение и увеличение удельного потребления тепловой энергии, нами был сделан вывод о том, что экономико-математическая модель имеет вид аддитивной модели, включающей в себя тренд и сезонную составляющую.

Для расчета коэффициента автокорреляции уровней ряда первого порядка нами было рассчитано усредненное удельное потребление тепловой энергии общеобразовательными организациями муниципального района РТ по месяцам в 2009–2013 годах. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, наибольшее удельное потребление тепловой энергии отмечается в холодное время года, наименьшее – в теплое. В июне –

августе тепловая энергия общеобразовательными организациями района не потребляется.

Таблица 1
Усредненные значения удельного потребления тепловой энергии общеобразовательными организациями муниципального района РТ по месяцам в 2009–2013 годах

Месяц	Среднее удельное потребление тепловой энергии, Гкал/кв.м за 2009–2013 годы
Январь	0,0481
Февраль	0,0432
Март	0,0325
Апрель	0,0175
Май	0
Июнь	0
Июль	0
Август	0
Сентябрь	0
Октябрь	0,017
Ноябрь	0,0309
Декабрь	0,0441

Далее произведен расчет значения коэффициента автокорреляции уровней ряда первого порядка. Значение коэффициента автокорреляции первого порядка составило $r_1 = 0,8$.

Аналогичные расчеты произведены для второго, третьего и т.д. порядков. На основе расчетов выявлено, что наиболее высокий коэффициент корреляции наблюдается при значении лага, равном двенадцати, следовательно, ряд имеет циклические колебания периодичностью в 12 месяцев (год). Для расчета скорректированной сезонной компоненты используем метод скользящей средней и центрированной скользящей средней.

Усредненные значения оценки сезонной компоненты представлены в табл. 2.

Следующим шагом нашего исследования является проведение корреляционного анализа определения тесноты связи между варьирующими переменными и оценка факторов, оказывающих наибольшее влияние на зависимую переменную (удельное потребление тепловой энергии на квадратный метр).

Для проведения корреляционного анализа используем сезонную компоненту и выявим силу и направление влияния факторов внешней и внутренней среды на тренд. Для определения числовых характеристик тренда нами была найдена разность между величиной месячного удельного потребления тепловой энергии и величиной сезонной компоненты за соответствующий месяц.

Для удобства расчетов нами введены следующие обозначения: зависимая переменная тренда – «удельное потребление тепловой энергии на квадратный метр» – TrendEnergy. Независимые переменные нами обозначены как доля общеобразовательных учреждений, требующих ремонта ограждающих конструкций – Sh.sch.rep; доля общеобразовательных организаций, в которых установлены приборы учета

тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций – Sh.dev.energy; доля общеобразовательных организаций, в которых проведен энергетический аудит, в общем количестве общеобразовательных организаций – Sh.audit. В табл. 3 представлена матрица корреляционного анализа.

Из данных табл. 4 видно, что связь между удельным потреблением тепловой энергии на квадратный метр и независимыми переменными по шкале Чеддока [7] характеризуется как: с переменной Sh.sch.rep – прямая заметная; с переменной Sh.dev.energy – обратная заметная; с переменной Sh.audit – обратная слабая.

Так как характер связи переменной Sh.audit слабый, данная переменная исключается нами из дальнейшего рассмотрения.

Далее, на третьем этапе нашего исследования, определяется характер влияния каждой независимой переменной на зависимую, и строится на этой основе, эконометрическая модель влияния независимых факторов на результирующий показатель.

Результаты исследования и их обсуждение

Для общеобразовательных организаций исследуемого муниципального района РТ была построена модель зависимости удельного потребления тепловой энергии на квадратный метр от внутренних факторов (доля общеобразовательных организаций, требующих ремонта, доля общеобразовательных организаций, в которых установле-

ны приборы учета тепловой энергии) и сезонности:

$$Y = 0,01769 + 0,02102 \cdot \text{Sh.sch.rep} - 0,01901 \cdot \text{Sh.dev.energy} + S_energy,$$

где Y – удельный расход тепловой энергии; Sh.sch.rep – доля общеобразовательных организаций, требующих ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций; Sh.dev.energy – доля общеобразовательных организаций, в которых установлены приборы учета тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций; S_energy – сезонная компонента.

Из формулы видно, что при увеличении на 1 пункт доли общеобразовательных организаций, требующих ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций удельное потребление тепловой энергии увеличивается на 0,02102 Гкал/кв.м. Увеличение доли общеобразовательных организаций, в которых установлены приборы учета тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций на 1 пункт влечет за собой уменьшение удельного потребления тепловой энергии на 0,01901 Гкал/кв.м. В зависимости от сезонности удельное потребление тепловой энергии либо увеличивается, либо уменьшается (табл. 3).

Таблица 2

Определение среднего значения сезонной компоненты

Месяц	Год					Среднее значение сезонной компоненты
	2009	2010	2011	2012	2013	
Январь	–	0,02207	0,03174	0,02560	0,02792	0,02683
Февраль	–	0,02018	0,02647	0,02216	0,02054	0,02234
Март	–	0,01367	0,01350	0,01102	0,01192	0,01253
Апрель	–	–0,00318	–0,00143	–0,00244	–0,00020	–0,00181
Май	–	0,01996	–0,02183	–0,02008	–0,01703	–0,01973
Июнь	–	0,01983	–0,02193	–0,01961	–0,01573	–0,01927
Июль	–0,02040	–0,02031	–0,02178	–0,01927	–	–0,02044
Август	–0,01979	–0,02112	–0,02123	–0,01919	–	–0,02033
Сентябрь	–0,01971	–0,02153	–0,02082	–0,01904	–	–0,02027
Октябрь	0,00124	–0,00058	0,00083	–0,00086	–	0,00016
Ноябрь	0,01892	0,01388	0,01359	0,01263	–	0,01476
Декабрь	0,02773	0,02600	0,03148	0,02394	–	0,02729

Таблица 3

Матрица корреляционного анализа

	TrendEnergy	Sh.sch.rep	Sh.dev.energy	Sh.audit
TrendEnergy	1			
Sh.sch.rep	0,517055	1		
Sh.dev.energy	–0,61913	–0,42033	1	
Sh.audit	–0,14748	–0,31535	–0,16753	1

Согласно проведенным нами расчетам, значение коэффициента детерминации достаточно близко к единице, что говорит о точности аппроксимации (модель точно описывает влияние выделенных факторов на удельное потребление тепловой энергии). В табл. 4 представлены результаты регрессионного анализа эконометрической модели.

Таблица 4
Результаты регрессионного анализа эконометрической модели.

Показатель	Значение
Множественный R	0,680754
R -квадрат	0,463426
Нормированный R -квадрат	0,444599
Стандартная ошибка	0,003512
Наблюдения	60

Выводы

Результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа показали, что существует определенная зависимость объема потребления тепловой энергии общеобразовательными организациями муниципального района от таких факторов, как сезонность, доля общеобразовательных организаций, требующих капитального ремонта, в общем количестве общеобразовательных организаций и доля общеобразовательных организаций, оснащенных приборами учета тепловой энергии, в общем количестве общеобразовательных организаций. Соответственно, при прогнозировании потребности бюджетных организаций в тепловой энергии необходимо учитывать географические и технические особенности деятельности бюджетных организаций каждого муниципального района.

Результаты многофакторного дисперсионного анализа

Таблица 5

Показатель	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	0,000607	0,000304	24,6148	1,97E-08
Остаток	57	0,000703	1,23E-05	—	—
Итого	59	0,00131	—	—	—

Коэффициенты регрессии

Таблица 6

	Y -пересечение	Perc_sch_rep	Per_device_energy
Коэффициенты	0,017688	0,021018	-0,01901
Стандартная ошибка	0,003293	0,007205	0,004166
t-статистика	5,371729	2,917157	-4,56394
P-Значение	1,5E-06	0,005046	2,72E-05
Нижние 95 %	0,011094	0,00659	-0,02736
Верхние 95 %	0,024282	0,035446	-0,01067
Нижние 95 %	0,011094	0,00659	-0,02736
Верхние 95 %	0,024282	0,035446	-0,01067

Далее, для проверки статистической значимости модели и ее переменных, проведен многофакторный дисперсионный анализ. Информация о результатах многофакторного дисперсионного анализа представлена в табл. 5.

Результаты проведенного многофакторного дисперсионного анализа показывают высокое качество полученной модели. Иными словами, модель и ее параметры статистически значимы с вероятностью $P = 95\%$.

В табл. 6 представлены рассчитанные коэффициенты регрессии.

Список литературы

1. Зайцева Н.С. Энергоэффективность и энергосбережение как факторы экономического развития России // Законодательство. – 2010. – № 3. – С. 44–50.
2. Козин Е.В. Теплоснабжение: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980 – 408 с.
3. Об утверждении правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок: Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 28.12.2009 года № 610 [Электронный ресурс] // СПС Консультант-Плюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: <http://www.consultant.ru>.
4. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ [Электронный ресурс] // СПС Консультант-Плюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: <http://www.consultant.ru>.

5. Осипов А.Л., Храпов В.Н. Эконометрика: Учебно-методический комплекс для дистанционного обучения. – Новосибирск: СибАГС, 2002. – 172 с.

6. Постановление КМ РТ от 17.12.2007 № 721 (ред. от 29.10.2010) «О введении нормативного финансирования общеобразовательных учреждений Республики Татарстан» [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: Законодательство: Версия Проф. – URL: <http://www.consultant.ru>.

7. Сиденко А.В., Вишняков В.В., Исаев С.М. Теория статистики: учебник. – М.: МАКС-Пресс, 2011. – С. 343.

8. Щегольков А.В., Мишин М.А. Проблемы потребления и экономии тепловой энергии в жилом фонде // Ползуновский Вестник. – 2011. – № 1. – С. 257–265.

References

1. Zajceva N.S. Jenergojeffektivnost i jenergosberezhenie kak faktory jekonomiche-skogo razvitija Rossii // Zakonodatel'stvo. 2010. no. 3. pp. 44–50.

2. Kozin E.V. Teplosnabzhenie: Uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. M.: Vyssh. shkola, 1980 408 p.

3. Ob utverzhdenii pravil ustanovlenija i izmenenija (perezmotra) teplovyh nagru-zok: Prikaz Ministerstva regionalnogo razvitija Rossijskoj Federacii ot 28.12.2009 goda no. 610 [Elektronnyj resurs] // SPS KonsultantPljus: Zakonodatel'stvo: Versija Prof. URL: <http://www.consultant.ru>.

4. Ob jenergosberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye akty Rossijskoj Federacii :Federalnyj zakon ot 23 nojabrja 2009

g. no. 261-FZ [Elektronnyj resurs] // SPS KonsultantPljus: Zakonodatel'stvo: Versija Prof. URL: <http://www.consultant.ru>.

5. Postanovlenie KM RT ot 17.12.2007 no. 721 (red. ot 29.10.2010) «O vvedenii norma-tivnogo finansirovanija obshheobrazovatelnyh uchrezhdenij Respubliki Tatarstan» [Elektronnyj resurs] // SPS KonsultantPljus: Zakonodatel'stvo: Versija Prof. URL: <http://www.consultant.ru>.

6. Osipov A.L., Hrapov V.N. Jekonometrika: Uchebno-metodicheskij kompleks dlja di-stancionnogo obuchenija / A.L. Osipov, V.N. Hrapov. –Novosibirsk: SibAGS, 2002. 172 p.

7. Sidenko A.V., Vishnjakov V.V., Isaev S.M. Teorija statistiki. Uchebnik. M.: MAKS-Press, 2011, pp. 343.

8. Shhegolkov A.V., Mishin M.A. Problemy potreblenija i jekonomii teplovoj jener-gii v zhilom fonde // Polzunovskij Vestnik. 2011. no. 1. pp. 257–265.

Рецензенты:

Шигаев А.И., д.э.н., доцент кафедры управленческого учета и контроллинга, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;

Исмагилов И.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой экономико-математического моделирования, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.