

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ВНЕДРЕНИИ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ**

*Руденко Михаил Федорович*

доктор технических наук, профессор

Астраханский государственный технический университет  
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: rudenko@astu.org

*Шипулина Юлия Викторовна*

кандидат технических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет  
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: rudenko@astu.org

*Бобракова Светлана Дмитриевна*

студент

Астраханский государственный технический университет  
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: bobrakova94@mail.ru

Разработана система критериальных уравнений для обоснования внедрения гелиоэнергетических установок или тепловых станций для производства теплоты в предполагаемом периоде функционирования и потребления для данного региона. Критериальные уравнения состоят из ряда критериальных коэффициентов, учитывающих экологическую безопасность атмосферы, воды и почвы, критерия влияния метеорологических условий на реакцию окружающей среды; критерия отчуждения земли; критерия безопасности и трудоемкости. В уравнениях учитывается особенность гелиоэнергетических конструкций, виды топлива тепловых станций, ориентировочные площади, занимаемые соответствующими объектами равной мощности.

**Ключевые слова:** критериальные коэффициенты, тепловые котлы, газ, мазут, уголь, гелиоэнергетические установки, солнечная энергия, расчеты

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY  
FOR INTRODUCING SOLAR ENERGY SYSTEMS  
OF HEAT PRODUCTION**

*Rudenko Mikhail F.*

D.Sc. in Technical

Professor

Astrakhan State Technical University  
16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation  
E-mail: rudenko@astu.org

**Shipulina Yuliya V.**

C.Sc. in Technical

Associate Professor

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation

E-mail: rudenko@astu.org

**Bobrakova Svetlana D.**

Student

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation

E-mail: bobrakova94@mail.ru

A system of criteria equations to justify the introduction of solar powered units or thermal powered plants for the production of heat in the proposed period of operation and consumption for the region was developed. Criterial equations consist of a series of criteria rates reflecting the environmental safety of the atmosphere, water and soil criteria influence of meteorological conditions on the reaction of the environment; criterion of land alienation; safety criterion and labor. In the equations considered, especially solar energy designs, fuel thermal power stations, approximate area occupied by the relevant objects of equal power.

**Keywords:** criterial coefficients, heat boilers, gas, oil, coal, solar powered installation, solar energy calculations

В данной работе предлагается оценка экологической безопасности внедрения ге-лиоэнергетических систем для выработки теплоты по сравнению с тепловыми котельными станциями через систему интегральных критериальных коэффициентов.

Для экологической оценки теплоэнергетического котла рассмотрим интегральные коэффициенты, состоящие из критериев оценки загрязнения атмосферы воздуха, водной среды и почвы, которые будут состоять из критериев с управляемыми и неуправляемыми параметрами.

$$J_k[\varepsilon] = \Sigma W(\varepsilon_{\text{атм}}) \cdot \Sigma W(\varepsilon_{\text{вода}}) \cdot \Sigma W(\varepsilon_{\text{почва}}) \cdot W(\varepsilon_{\text{метеор}}) \cdot W(S) \cdot W(\mathcal{U}),$$

где:  $\Sigma W(\varepsilon_{\text{атм}})$ ,  $\Sigma W(\varepsilon_{\text{воды}})$ ,  $\Sigma W(\varepsilon_{\text{почвы}})$  – соответственно критерии экологической безопасности атмосферы, воды и почвы, равные соответственно суммам отношений концентрациям вредных веществ к ПДК этих веществ в атмосфере, воде и почве, г/м<sup>3</sup> [1];  $W(\varepsilon_{\text{метеор}})$  – критерии влияния метеорологических условий (ветра, осадков, температуры) на реакцию окружающей среды;  $\Sigma W(S)$  – критерий отчуждения земли;  $W(\mathcal{U})$  – критерий безопасности и трудоемкости.

$$W(\varepsilon_{\text{метеор}}) = \frac{g_{\text{ск}}}{g_{\text{max}}} \cdot \frac{\beta_{\text{влаж}}}{\beta_{\text{max}}} \cdot \frac{T}{T_{\text{max}}} \cdot \frac{Z_c}{Z},$$

где  $g_{\text{ск}}$ ,  $g_{\text{max}}$  – скорости ветра соответственно средняя (по розе ветров) во время эксплуатации установки и максимальная в данном регионе, м/с;  $\beta_{\text{влаж}}$ ,  $\beta_{\text{max}}$  – относительные влажности соответственно средняя за время эксплуатации установки и максимальная в данном регионе, %;  $T$ ,  $T_{\text{max}}$  – температуры соответственно сезону эксплуатации установки и максимальная в данном

регионе, °С;  $Z_c$ ,  $Z$  – количество солнечных дней и количество дней за сезон эксплуатации установки.

Критерий отчуждения территории находится как отношение площадей рассматриваемой установки единичной мощности к площади гелиоустановки той же мощности с учетом стоимости земли:

$$\Sigma W(S) = \frac{S_{уст}}{S_{зел.уст}} \cdot \frac{C_{см}}{C_{см\text{ рез}}}$$
$$S_{зел.уст} = [(l \cdot H \cdot \cos \alpha) \cdot m + M] \cdot n \cdot 1,2,$$

где  $l$  и  $H$  – ширина и высота модуля гелиоустановки пассивного действия, м;  $\cos \alpha$  – угол наклона модуля к горизонту, град;  $m$  – число модулей в ряду;  $n$  – число рядов;  $M$  – коэффициент прохода между рядами модулей,  $M = 1,2$  [2].

Площадь гелиоэнергетической установки с модулями простой конструкции выбирается как эквивалентная мощность тепловой котельной.

Надежность работы гелиосистем в сезоне предполагаемой эксплуатации связана с неконтролируемыми параметрами, в основном с энергией солнечной радиации. Однако уже сейчас можно сказать, что надежность и устойчивость работы демонстрируется техникой передовых мировых держав. Она совершенствуется внедрением более эффективных солнценагревательных модулей, аккумуляторов, располагается на отчужденных площадях (крышах домов), она не требует постоянного нахождения человека, эксплуатация ее простая, а архитектура современного градостроения предусматривает создание специальных крыш со встроенными нагревательными модулями, эта технология будущего.

#### Список литературы

1. Бродская Н. А. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров : учебное пособие для вузов / Н. А. Бродская, О. Г. Воробьев, А. Н. Маковский и другие. – Москва : Дрофа, 2006. – 508 с.
2. Бурцева Н. Ю. Экологизация традиционной энергетики внедрение альтернативной / Н. Ю. Бурцева, М. Ф. Руденко // Повышение безопасности энергетических комплексов, эффективности охраны труда и экологичности технологических процессов : сборник материалов международной научно-практической конференции. – Астрахань : Астраханский государственный технический университет, 2010. – С. 163–166.

#### References

1. Brodskaya N. A., Vorobev O. G., Makovskiy A. N., et al. *Ekologiya. Sbornik zadach, uprazhneniy i primerov* [Ecology. Collection of tasks, exercises and examples], Moscow, Drofa Publ., 2006. 508 p.
2. Burtseva N. Yu., Rudenko M. F. *Ekologizatsiya traditsionnoy energetiki vnedrenie alternativnoy* [Ecologiation the traditional energy, the introduction the alternative energy]. *Povyshenie bezopasnosti energeticheskikh kompleksov, effektivnosti okhrany truda i ekologichnosti tekhnologicheskikh protsessov : sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Improving the Security of Energy Systems, Efficiency of Labor and Environmental Processes. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ. House, 2010, pp. 163–166.