

Моделирование взаимосвязи процессов роста населения Земли и производства электрической энергии

В. П. Кавченков^{1}, Е. В. Кавченкова², И. Д. Черненко³*

¹ Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "МЭИ"»
в г. Смоленске, Смоленск, Россия

² ООО «Электросеть-Смоленск», Смоленск, Россия

³ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва, Россия

* *vpkavchenkov@mail.ru*

Аннотация. Исследуется актуальная проблема адекватного математического описания трендов глобальных процессов мирового развития на примере роста населения Земли и производства (потребления) электрической энергии. Рассматриваются различные модели, используемые для описания прошлого, настоящего и будущего различных процессов в природе, технике и экономике. Показано, что эти процессы хорошо описываются уравнениями, полученными при решении дифференциальных моделей с экспоненциально затухающими во времени темпами роста. Эти модели учитывают принятую в настоящее время доктрину устойчивого развития мировой системы с использованием технологий энергосбережения, сохранения экологической безопасности и использования возобновляемых источников энергии. Установлено подобие исследуемых глобальных процессов и возможность их описания одним критериальным уравнением. При этом их динамика характеризуется разной скоростью. Первый период характеризуется быстрым ростом. После точки перегиба темпы роста замедляются, однако объемы существенно возрастают и происходит постепенное насыщение. Выполнена оценка влияния параметров моделей на характер исследуемых процессов на фазовой плоскости, что существенно упрощает их анализ. Показано, что процесс роста населения Земли прошел точку перегиба в 1990 году и опережает рост мирового производства электроэнергии на 29 лет. Но темпы роста производства электроэнергии и ее душевого потребления существенно выше. Таким образом, предложены новые математические модели для описания рядов динамики роста населения Земли, мирового производства и душевого потребления электрической энергии.

Ключевые слова: математические модели, прогнозирование, народонаселение, производство электроэнергии, ряды динамики, темпы роста

Для цитирования: *Кавченков В. П., Кавченкова Е. В., Черненко И. Д.* Моделирование взаимосвязи процессов роста населения Земли и производства электрической энергии // Прикладная информатика. 2021. Т. 16. № 4. С. 110–121. DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-110-121

Modeling of the relationship between the Earth population growth and the electric energy production processes

V. Kavchenkov^{1*}, E. Kavchenkova², I. Chernenkov³

¹ Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

² Elektroset-Smolensk LLC, Smolensk, Russia

³ National Research University "MPEI", Moscow, Russia

* vpkavchenkov@mail.ru

Abstract. The actual problem of an adequate mathematical description of the world development global processes trends is studied on the example of the Earth population growth and the production (consumption) of the electric energy. Various models used to describe the past, present and future of the various processes in nature, technology and economics are considered. It is shown that these processes are well described by the equations obtained during solving differential models with exponentially growth rates decaying in time. These models take into account the currently accepted doctrine of sustainable development of the world system using energy saving technologies, preserving environmental safety and using renewable energy sources. The similarity of the studied global processes and the possibility of their description by one criterion equation are established. At the same time their dynamics is characterized by different speeds. The first period is characterized by a rapid growth. After the inflection point the growth rates slow down but the volumes increase significantly and a gradual saturation occurs. The influence of the model parameters on the character of the studied processes on the phase plane is estimated which significantly simplifies their analysis. It is shown that the process of the world population growth passed the inflection point in 1990 and is 29 years ahead of the world electricity production growth. But the growth rates of electricity production and its consumption per capita are significantly higher. Thus, new mathematical models are proposed to describe the dynamic series of the Earth population growth, world production and electric energy consumption per capita. The obtained mathematical models have been in good agreement with statistical data for 60 years since 1960 and have high values of the determination coefficient. The studied processes prediction for the long-term period up to 2050 was made with their help. The results of the prediction do not contradict the results of other authoritative studies using the global processes inertial development model.

Keywords: mathematical models, prediction, population, electricity production, dynamics series, growth rates

For citation: Kavchenkov V., Kavchenkova E., Chernenkov I. Modeling of the relationship between the Earth population growth and the electric energy production processes. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2021, vol.16, no.4, pp.110-121 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-4-110-121

Введение

Проблема описания и долгосрочного прогнозирования глобальных процессов мирового развития (демогра-

фических, экономических, энергетических, экологических) всегда вызывала повышенный интерес. Моделированием и прогнозированием глобальных процессов занимаются различные организации и институты