Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Астраханский государственный университет»
Академия электротехнических наук Российской Федерации

Материалы научной конференции

Энергоэффективность. Ценология. Экология и Энергобезопасность

16-19 сентября 2020 года
г. Астрахань

Астрахань – 2020

УДК 620.9, 621.3
ББК 31.0
Э65

Конференция организована Астраханским государственным университетом совместно с Академией электротехнических наук Российской Федерации.

Сборник материалов подготовлен при финансовой поддержке
ООО НПП «Астраэнергоэффект»

Энергоэффективность. Ценология. Экология и Энергобезопасность: Материалы научной конференции (г. Астрахань, 16-19 сентября 2020 г) под науч. ред. д-ра пед. наук, проф. Зайнутдиновой Л.Х. и д-ра техн. наук, проф. Тягунова М.Г. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2020, 388 с.

ISBN 978-5-91910-921-1

Представлены материалы докладов трех секций:
Секция 1. Энергоэффективность и Энергосбережение.
Секция 2. Ценология. Методологические вопросы ценологии в фундаментальных и прикладных исследованиях.
Секция 3. Экология и энергобезопасность

Ключевые слова: Энергосбережение, энергоэффективность, техноценоз, ранговый анализ, возобновляемые источники энергии, распределенная энергетика, экология, энергобезопасность, коронакризис, декарбонизация энергетики

© Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2020
© Коллектив авторов, 2020

УДК 621.3

ПАРАНЕПРОТИВОРЕЧИВАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЦЕНОЗА

Хорьков Сергей Алексеевич, *доцент кафедры теплоэнергетики, Удмуртский государственный университет, 426034, г.Ижевск, ул. Университетская, 1, e-mal: horkov_07@mail.ru*

Аннотация

Целью статьи является исследование техноценоза при помощи паранепротиворечивой модели. Объектом исследования является техноценоз представляющий техногенную систему, которая имеет гиперболическое распределение элементов, получает материальный, энергетический или информационный ресурс и представляет собой эволюционирующее целое образование. Паранепротиворечивая модель снимает противоречие между аддитивностью ресурса и мультипликативностью гиперболической структуры техноценоза. Она позволяет качественно исследовать связь между ресурсом и гиперболической структурой, количественно оценивать отношение двух ресурсов на одной структуре, а также исследовать статистические законы и структурную устойчивость техноценоза. Представленный подход к моделированию техноценозов проверен на практике.

Ключевые слова

техноценоз, паранепротиворечивая модель, структура и ресурс техноценоза, гиперболическое распределение, закон масштабирования, негауссова статистика, структурная устойчивость.

PARACONSISTENT MODEL TECHNOCENOS

Sergey A. Khor'kov*, associate Professor of the Department of heat power engineering, Udmurt state University, 426034, Izhevsk, Universitetskaya str., 1, e-mal: horkov_07@mail.ru*

Annotation

The purpose of this article is to study technocenos with paranephritis-rechevoj model. The object of research is technocenosis, which is a technogenic system that has a hyperbolic distribution of elements, receives a material, energy or information resource, and is an evolving whole formation. The Paran-consistent model removes the contradiction between the additivity of the resource and the multiplicativity of the hyperbolic structure of the technocenosis. It allows us to qualitatively investigate the relationship between a resource and a hyperbolic structure, to quantify the ratio of two resources on the same structure, and to investigate the statistical laws and structural stability of the technocenosis. The presented approach to modeling technocenoses has been tested in practice.

Keywords

technocenosis, paraneosistent model, structure and resource of technocenosis, hyperbolic distribution, scaling law, non-Gaussian statistics, structural stability.

Общепринятого определения техноценоза не существует. Термин «техноценоз», введенный профессором Б.И.Кудриным, запускает интерсубъективный механизм формирования соответствующего понятия, который продолжает работать и в настоящее время. В первом приближении техноценоз представляет собой сложную техногенную (техническую, природно-техническую) систему, которая имеет гиперболическое распределение составляющих, получает материальный, энергетический или информационный ресурс и представляет собой эволюционирующее целое образование [4,с.365], [9, с.16]. Однако это определение имеет внутреннее противоречие. Оно возникает потому, что ресурс техноценоза аддитивен и обозрим, а гиперболическая структура мультипликативна и может быть ограничена только искусственным путем. Снять указанное противоречие позволяет паранепротиворечивая модель, сопрягающая ресурс и структуру техноценоза [9, с.18]. Эта модель позволяет не только качественно исследовать связь между ресурсом и гиперболической структурой, количественно оценивать отношение двух ресурсов на одной

структуре, но и исследовать статистические законы и структурную устойчивость техноценоза. Кроме того, паранепротиворечивая модель позволит уточнить само понятие техноценоза.

Паранепротиворечивая модель техноценоза ценоза. Паранепротиворечивая модель, соединяющая ресурс и структуру ценоза, имеет вид:

$$W_* \leftarrow W \rightarrow W^*, \qquad (1)$$

где W_*, W^* – ресурсный слой ценоза, выраженный через вещественное число, и структурный слой, выраженный через *p*-адическое число, соответственно; W – ресурс ценоза, выраженный через рациональное число; $\leftarrow$ и $\rightarrow$ – знаки отображения [9, с.18], [10, с.45].

Поле вещественных чисел представляет собой, пополнение поля рациональных чисел. Поле *p*-адических чисел определяют, для заданного простого числа *p,* как элемент пополнения того же поля рациональных чисел. Любое целое *p*-адическое число является безгранично делимым, поскольку для заданного простого *p* оно представляет бесконечную последовательность вычетов x_n по модулю p^n, удовлетворяющих условию: $x_n \equiv x_{n+1} \pmod{p^n}$. [5, с.91]. Мера ресурсной части ценоза с геометрической точки зрения представляет собой площадь, имеющую размерность 2

$$\mu(W_*) = \lim_{a \to 0} N(a) a^2, \qquad (2)$$

где *N(a)* –количество шаров покрытия, $a>0$ –радиус шара покрытия.

Мера структурной части ценоза изоморфна мере Хаусдорфа – мере фрактала [3, с.24]

$$\mu(W^*) = \lim_{a \to 0} N(a) a^d, \qquad (3)$$

где *d*–размерность иерархического пространства ценоза заключена в диапазоне $1 < d < 2$ [9, с.19].

Размерность структуры ценоза является размерностью Хаусдорфа-Безиковича

$$d = \lim_{a \to 0} \ln(N(a))(\ln(a^{-1}))^{-1}, \qquad (4)$$

Размерность площади ресурса (2) и размерность структуры иерахического дерева (3) связаны через показатель Херста h. Связь этих размерностей есть коразмерность $h = 2 - d$, используемая для моделирования фрактальных характеристик временных рядов [9, с.77].

Гиперболическая зависимость в техноценозе . Если рассматривать слои паранепротиворечивой модели (1) как пространства, то можно ввести нормы ресурсной $\|W_*\|$ и иерархической $\|W^*\|$ части модели. Произведение этих норм, по аналогии с произведением норм вещественного и p-адического числового поля [5, с.99], позволяет получить значение некоторой величины ресурса ценоза, выраженного через рациональное число.

$$\|W_*\| \cdot \|W^*\| = c, \qquad c - const \in W. \qquad (5)$$

Нормы в выражении (5) связаны гиперболической зависимостью [9, с.20]. Ниже будет показано, что любое гиперболическое распределение представляют через пересечение растягивающего и сжимающего многообразия.

Связь ресурсов ценоза через закон масштабирования. Диаграмма (6), объединяющая два ресурса W, V ценоза, их проекции на поле вещественных W_*, V_* и на поле p-адических чисел W^*, V^*, терминальный объект 1 и классификатор подобъектов Ω, позволяет связать ресурсы двумя способами

$$\begin{array}{ccccccc} V_* & \leftarrow & V & \rightarrow & V^* & \rightarrow & 1 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ W_* & \leftarrow & W & \rightarrow & W^* & \rightarrow & \Omega \end{array}. \qquad (6)$$

Первый способ предполагает наличие гиперболического распределения ресурса W и ресурса V [9, с 88]. Если ресурс W и ресурс V имеют гиперболическое распределение, то существует такой показатель степени $d=(\ln W)(\ln V)^{-1}$, что

$$W = V^d, \qquad (7)$$

т.е. имеет место закон масштабирования.

Второй способ [9, 92] ориентирован на теорию категорий. Если выделить в диаграмме элементарный топос – декартово замкнутую категорию, включающую ресурс *W* и ресурс *V*, терминальный объект 1 и классификатор подобъектов Ω, то будет выполнено условие $\hom(v \times c, w) \cong \hom(v, w^c)$, т.е. в топосе существуют экспоненты [6, с 126]. Тогда, закон масштабирования (7) имеет вид $W^c = V$, где показатель степени $c=d^{-1}$.

Негауссова статистика ценоза . Считают, что эмпирия гиперболических распределений ценозов имеет в качестве основы теорию безгранично делимых устойчивых распределений [4, с 381]. Следует также отметить, что обобщение центральной предельной теоремы разрабатывалось в направлении отказа от условий независимости событий и замене их более слабыми условиями, а также в направлении использования в качестве предельной аппроксимации не только нормального закона, но и других (негауссовых) распределений [2, с.22].

Степенное распределение составляющих техноценоза имеет отношение к одному из видов устойчивых негауссовых распределений. Для оценки его устойчивости составляют сумму

$$S_n = (X_1 + X_2 + ... + X_n - a_n) \cdot b_n^{-1}, \qquad (8)$$

где X_1, X_2... – последовательность одинаково распределенных случайных величин; a_n, b_n - постоянные.

Если выбор постоянных a_n, b_n произведен наилучшим образом, то функция распределения последовательности сумм S_n (8) слабо сходится к некоторой функции распределения *G(x),* т.е.

$$P(S_n < x) \to G(x) \text{ при } n \to \infty . \qquad (9)$$

Представим полученное распределение в виде суммы двух составляющих

$$G(x) = C_1 G_1(x) + C_2 G_2(x), \qquad (10)$$

где C_1, C_2 коэффициенты, связанные отношением

$$C_1^{\alpha} + C_2^{\alpha} = 1, \tag{11}$$

где α – показатель степени, удовлетворяющий неравенству $0 < \alpha \le 2$.

Следует отметить, что при $\alpha = 2$ имеют нормальный закон распределения, при $0 < \alpha < 2$ получают негауссовы законы распределения. При $1 < \alpha < 2$ распределение имеет математическое ожидание, но дисперсия стремится к бесконечности; при $0 < \alpha \le 1$ в распределении отсутствует и математическое ожидание

Если из выражения (10) получают свёртку в виде

$$G(x) = G_1(x \cdot C_1^{-1}) * G_2(x \cdot C_2^{-1}), \tag{12}$$

то получают формальное условие независимости одинаковых случайных распределений.

Установлено, что устойчивые законы являются абсолютно непрерывными и плотность распределения устойчивого распределения $g(x) = G^{'}(x)$ не имеет явного выражения в терминах элементарных функций [2, с26]. Для описания устойчивых негауссовых законов в этом случае используют соответствующие им характеристические функции $f(t)$ [2, с.27].

Распределение называют безгранично делимым, если при любом целом k существует такая функция распределения $f_k(t)$, что k- ная свертка $f_k(t)$ даёт выражение $f(t) = f_k(t) * ... * f_k(t)$, т.е. корень из $f(t)$ характеристической функции k-ой степени оказывается характеристической функцией того же закона. Например, характеристическая функция $f(t) = \exp(-\alpha|t|)$ распределения Коши, после извлечения k-ого корня, также даёт характеристическую функцию Коши $f(t) = \exp(-\alpha|t|k^{-1})$. То же самое имеет место и в отношении других устойчивых негауссовых законов [9, с.50]. Безграничная делимость устойчивых распределений соответствует бесконечной последовательности вычетов целого p-адического числа, моделирующего структуру техноценоза.

Структурная устойчивость ценоза. Структурная устойчивость является одной из важнейших характеристик ценоза. Техноценоз, как гиперболическую динамическую систему, в данный момент времени характеризуют состоянием и оператором, с помощью которого описывают эволюцию начального состояния [1, с.23], [9, с.67]. Фазовые траектории гиперболической системы являются седловыми. Структурная устойчивость означает, что при малом возмущении параметров, в конечной области их значений, все траектории остаются седловыми и не изменяют свой характер, т.е. конечная область динамической системы есть гиперболический аттрактор. Седловые фазовые траектории могут быть точками, периодическим орбитами или торами. Важно отметить, что любую седловую точку представляют через пересечение устойчивой и неустойчивой сепаратрисы фазовых траекторий, а седловой цикл – пересечением устойчивого и неустойчивого многообразий, т.е. таких поверхностей, одни траектории на которых приближаются к линии пресечения, а другие – удаляются от нее. Одна седловая точка не является устойчивой. Неустойчивой является и единственная седловая периодическая орбита. Структурная устойчивость ценоза возможна лишь в том случае, если множество устойчивых и неустойчивых траекторий составляют аттрактор. Если траектории динамической системы не регулярны и/или существенно зависят от начальных условий, то имеют дело с детерминированным хаосом [1, с.63].

Таким образом, техноценоз является структурно устойчивым, если он состоит из множества седловых точек. При этом важно отметить, что каждая седловая точка образована пересечением устойчивого и неустойчивого многообразия. Кроме того, окрестности любой точки такой модели техноценоза имеют геометрию произведения канторова множества на интервал [1,с.78]. Из определения структурной устойчивости следует, что пространство ценоза должно быть либо гиперболическим, либо представлять иерархическую сеть. Такую же структуру имеет целое p-адическое число.

Если отображение $f : W \to W$ гладкого замкнутого многообразия W растягивает в одном и сжимает в другом направлении и процесс отображения

итеративен, и взаимнообратим, то имеют дело с гиперболической динамической системой. Опишем условия существования гиперболической плотной динамической системы и её аттрактора [8, с.47],[9, с.68].

Пусть пространство W имеет риманову метрику. которая индуцирована нормой касательного многообразия TW. Множество $\Lambda \subset W$ инвариантное относительно отображения $f\Lambda \subset \Lambda$ называют гиперболическим, если для $\forall x \in \Lambda$ касательное пространство T_xW представимо в виде двух непрерывных гладких подпространств $T_xW = E_x^s \oplus E_x^u$ при условии, что

$$\left\| df^n(v) \right\| \le c_1 \cdot \lambda^n \|v\|, v \in E_x^s, n \ge 0, \ \left\| df^n(v) \right\| \ge c_2 \cdot \mu^n \|v\|, v \in E_x^u, n \ge 0 \ , \qquad (26)$$

где $c_1, c_2 \ge 0$ и $0 < \lambda < 1 < \mu$ – константы. Другими словами, динамическая система будет гиперболической, если гладкое замкнутое многообразия W имеет касательное многообразие T_xW, каждую точку x которого растягивают в одном направлении E_x^u и сжимают в другом E_x^s [7, с.114], [8, с.47].

Траекторию точки динамической системы $x \in W$ под действием итеративного отображения f^n обозначают $O_f(x)$. Отображения $f, g : W \to W$ топологически сопряжены, если существует такой гомеоморфизм $\eta : W \to W$, что $\eta \circ f = g \circ \eta$. Это означает, что сопрягающее отображение η переводит каждую траекторию $O_f(x)$ в $O_g(\eta(x))$. Траектории такой динамической системы являются плотными.

Если для каждого открытого множества V динамической системы ,содержащего точку x и для $\forall n \in N$, найдется $m \ge n$ такое, что $V \bigcap f^m V \ne 0$, то точку x называют неблуждающей точкой динамической системы. Открытое множество $U \supset \Lambda$, удовлетворяющее условию $\Lambda = \bigcap_{n>0} f^n U$, называют аттрактором динамической системы [9, с.67], [8, с.47].

Динамическая система, отвечающая условиям: гиперболичности, плотности траекторий и имеющая аттрактор, является структурно устойчивой.

Поскольку структура паранепротиворечивой модели ценоза представлена целым *p*-адическим числом, то она отвечает этим требованиям.

Вывод. Паранепротиворечивая модель техноценоза, сопрягающая его структуру, выраженную через мультипликативность *p*-адического числа, и количество ресурса, выраженное через аддитивность вещественного числа, позволяет установить, что:

1) для получения гиперболической зависимости в техноценозе формируют произведение норм ресурсной и иерархической части этой модели;

2) для связи двух измеримых ресурсов техноценоза на одной гиперболической структуре между ними устанавливают закон масштабирования;

3) для анализа законов статистики техноценоза исследуют сходимость сумм одинаково распределенных случайных величин к безгранично делимым устойчивым распределениям, которым соответствует бесконечная последовательность вычетов целого *p*-адического числа, моделирующего структуру техноценоза;

4) для получения качественной оценки структурной устойчивости техноценоза следует считать его динамической системой, отвечающей условиям гиперболичности, плотности траекторий и имеющей аттрактор.

Представленный подход к моделированию техноценозов проверен на практике.

Список литературы

1. Анищенко, В.С. Знакомство с нелинейной динамикой/ Предисл. Г.Г. Малинецкого. Изд. 3-е, перераб. и доп./ В.С. Анищенко. – М.: Изд-во ЛКИ. – 2008. – 224с.

2. Золотарев, В. М. Устойчивые законы и их применение/В.М. Золотарев. – М. : Знание.– 1984. 64 с.

3. Кириллов, А. А. Повесть о двух фракталах. 2-е изд., испр./А. А. Кириллов.– М.: МЦНМО.– 2010. – 180 с.

4. Кудрин, Б. И. Математика ценозов: видовое, ранговидовое, ранговое по параметру гиперболические *H*-распределения и законы Лотки, Ципфа, Парето, Мандельброта /Б.И. Кудрин// Философские основания технетики. Вып. 19. – М. : Центр системных исследований.– 2002. – С. 357–412.

5. Маврикиди, Ф.И. Числовая асимметрия в прикладной математике. Фракталы, *p*-адические числа, апории Зенона, сложные системы / Ф.И. Маврикиди. – М.: Дельфис. – 2015. – 416с.

6. Маклейн, С. Категории для работающего математика / пер. с англ. под ред. В. А. Артамонова/ С. Маклейн. – М. : Физматлит. – 2004. – 352 с.

7. Пилюгин, С. Ю. Пространства динамических систем/ С. Ю. Пилюгин. – М.; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика; Ин-т компьютерных иссл..– 2008. – 272 с.

8. Плыкин, Р. В. Возникновение феномена и развитие теории гиперболических аттракторов коразмерности один/Р.В. Плыкин // Российская наука: мечта светла : сб. науч.-поп. ст. / под ред. В. И. Конова. – М. : Октопус ; Природа. – 2006. – С. 44–56.

9. Хорьков, С. А.Проблема расчета электропотребления многономенклатурного цеха промышленного предприятия, модели и методики для ее решения : монография/ С.А.Хорьков. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2019. – 124 с.

10. Хорьков, С. А. Числовая модель электропотребления многономенклатурного цеха промышленного предприятия // Промышленная энергетика. – 2018. № 5. – С. 44–51.

©, Хорьков С.А., – 2020

Содержание

Секция 1. Энергоэффективность и Энергосбережение 11

Акмаева Р.И., Максимов И.В. Стратегии развития предприятий энергетики в посткризисный период 12

Безъязычный В.С., Костинский С.С., Троицкий А.И. Исследование энергоэффективности модуля «двухобмоточный трансформатор – нагрузка наружного освещения» методом условно постоянных коэффициентов 20

Доманов В.И., Билалова А.И. Повышение энергоэффективности электропривода транспортных механизмов 32

Зайнутдинова Л.Х., Казарвалиева А.С. Энергосбережение. Энергоэффективность. Этапы. Тенденции 37

Кирпичникова И.М., Махсумов И.Б., Сологубов А.Ю., Шестакова В.В. Особенности эксплуатации солнечных энергоустановок в различных климатических условиях 46

Козин А.А., Кирпичникова И.М. Анализ эффективности работы группы ветро-солнечных установок на базе вертикально-осевых ВЭУ 55

Кузнецов А.В., Ребровская Д.А., Петрова М.В. Совершенствование модели оценки снижения потерь мощности в сетевой организации при КРМ в сети потребителя 65

Кузнецов А.В., Юренков Ю.П. Классификация токоограничивающих устройств в системах электроснабжения 70

Кулешова Г.С., Янченко С.А. Диагностика внутренних повреждений трансформатора на основе частотных характеристик без вывода из работы 75

Пташкина-Гирина О.С., Волкова О.С. Система управления микроклиматом теплиц в индивидуальных хозяйствах 81

Пташкина-Гирина О.С., Гусева О.А., Козырев Д.В. Моделирование процесса теплообмена в источнике низкопотенциальной геотермальной энергии при работе теплонасосной установки 86

Семенова Н.Г. Модели и методы принятия решения по энергоэффективному развитию систем электроснабжения 93
Соломин Е.В., Ковалёв А.А., Мирошниченко А.А., Алаззави О.Д.А. Моделирование аэродинамических потоков горизонтально-осевой ветроэнергетической установки для выявления углов отклонения в различных режимах 99
Соломин Е.В., Терехин А.А., Ковалёв А.А., Мартемьянова В.А., Рявкин Г.Н. Исследование рассогласования угла ориентации ротора горизонтально-осевой ветроэнергетической установки для создания алгоритма устранения ошибки 108
Темный Д.С., Цырук С.А., Шарафеддин К.Ф. Выбор сечения кабельных линий электропередачи по экономической плотности тока на объектах водоснабжения и водоотведения 117
Шилин А.Н., Шилин А.А., Муханнад Н.М. Преобразователь низкочастотных колебаний с электромагнитным подвесом 122
Шилин А.Н., Кузнецова Н.С., Коптелова И.А. Цифровое моделирование динамических процессов электротехнических устройств 132

Секция 2. Ценология. Методологические вопросы ценологии в фундаментальных и прикладных исследованиях 143
Гнатюк В.И. О ранговом гиперпараметрическом распределении техноценоза 145
Гурина Р.В., Морозова Е.В., Потапова М.В. Коронавирусная инфекция как проявление ценологического принципа самоорганизации живой материи 160
Гурина Р.В., Потапова М.В. Закон ценологического разнообразия в организации планетных систем 166
Кивчун О.Р. Прогнозирование электропотребления объектов регионального электросетевого комплекса на основе векторного рангового анализа 171

Клюев Р.В., Гаврина О.А. Мадаева М.З., Абаев Г.Я. Ранговый анализ высших гармонических составляющих по напряжению на предприятиях цветной металлургии 179
Кошарная Ю.В. Ценологическая оценка параметров электропотребления особых экономических зон 185
Луценко Д.В. Методика определения целевого рангового параметрического распределения в задаче снижения электропотребления 197
Матюнина Ю.В., Султаналиева Э.М., Малыш М.Е. Ценологический подход к моделированию графика нагрузки 204
Хорьков С.А. Паранепротиворечивая модель техноценоза..... 211
Шейнин А.А., Косенков О.Н. Критериально-алгоритмическая система закона энергетического баланса человеческого организма 221

Секция 3. Экология и энергобезопасность 239
Ажмухамедов И.М., Выборнова О.Н. Оценка рисков энергобезопасности на примере филиала ПАО «РОССЕТИ ЮГ» – «АСТРАХАНЬЭНЕРГО» 240
Безруких П.П., Карабанов С.М., Безруких П.П. (мл.) О роли возобновляемой энергетики в энергетической безопасности мира и России..... 245
Братышев С.Н., Ключарев А.Ю. Методы прогнозирования генерации фотоэлектрических станций..... 257
Бычков А.В. Солнечно-земные связи как источник возникновения квазипостоянных токов..... 262
Грибков С.В. Развитие ветроэнергетики в мире и России в период до 2020 года..... 267
Даус Ю.В., Десятниченко Д.А., Юдаев И.В. Фотоэлектрическая станция как элемент системы электроснабжения предприятия, перерабатывающего сельскохозяйственную продукцию 285
Зайнутдинова Л.Х., Хафизов Р.К., Абакаев И.И., Зайнутдинов Р.А. Исследование эксплуатационных характеристик фотоэлектрической станции солнечного катамарана..... 290

Ильичев В.Г., Зайнутдинова Л.Х. Алгоритм работы контроллера автономной фотоэлектрической станции 300
Илюшин П.В. Применение автоматической частотной разгрузки для обеспечения энергобезопасности потребителей в энергорайонах с распределенной генерацией 308
Лихтер А.М., Филинков Л.И., Джамбеков Р.Г. Применение методов машинного обучения для определения параметров факела в топке котлоагрегата с целью снижения выбросов оксидов азота от стационарных источников 320
Нефедова Л.В., Соловьев Д.А. Природно-климатические изменения и обеспечение энергетической безопасности в арктической зоне РФ 328
Соловьев Д.А., Нефедова Л.В., Соловьев А.А. Использование вейвлет-анализа в изучении климата арктического региона 334
Тягунов М.Г., Шевердиев Р.П. Влияние режима энергоустановок ВИЭ на энергобезопасность изолированных энергорайонов 339
Тягунов М.Г. Влияние природных, социальных, экономических и политических факторов на структуру энергосистем 351
Урумбаева О.Б., Шикульская О.М. Прогноз интеллектуального технологического перехода энергетической отрасли 357
Филинков Л.И., Лихтер А.М. Определение коэффициента избытка воздуха в топках котлов на основе технологии нейронных сетей с целью снижения вредности продуктов сгорания 362
Шилин А.А., Кузнецова Н.С., Проектирование электрических сетей с учетом геоинформационных факторов 369
Юдаев И.В., Даус Ю.В. Экологические аспекты внедрения и эксплуатации объектов солнечной генерации 377