

(имеет универсальный межотраслевой характер); методика диагностики Марка Ричардсона.

В заключение можно отметить следующее: профессиональное управление в области рисков различной природы способствует повышению экономической безопасности организации, поэтому приемы и методы риск-менеджмента очень актуальны и тесно связаны с обеспечением экономической безопасности.

Литература

1. Суглобов А.Е., Воронцов Я.Н. К актуальным аспектам обеспечения экономической безопасности российских предприятий функционирующих за рубежом. *Russian Journal of Management*. (2021). №. 3. 146–150. DOI: <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2021-9-3-146-150>.

2. Ряховская А.Н., Крюкова О.Г., Кузнецова М.О. *Риск-менеджмент — основа устойчивости бизнеса: учебное пособие*. М.: Магистр: ИНФРА-М, (2024).

Применение кластерного и дискриминантного анализа в исследовании развития возобновляемых источников энергии в европейских странах А. Д. Матюшенко, Т. Г. Зорина (Минск, Беларусь)

В настоящее время возобновляемые источники энергии приобретают все большее значение в производстве электроэнергии не только в связи с истощением природных ресурсов, таких как продукты нефтепереработки, газ, уголь, но и в связи со значительными изменениями в окружающей среде и климате. Стоит учитывать и экономический фактор: для стран, не обладающих собственными природными ресурсами, стоимость выработки электроэнергии в разы выше за счет покупки природных ресурсов у стран, обладающих полезными ископаемыми.

Для исследования развития возобновляемых источников энергии в европейских странах авторы выдвинули гипотезу о том, что существуют группы стран со схожим уровнем развития определенных факторов, для которых применение определенных видов генерации электроэнергии является наиболее характерным.

К числу факторов, которые предопределяют возможность использования того или иного вида генерации электроэнергии, можно отнести следующие: уровень экономического развития (показатель – ВВП на душу населения в тыс. дол. США); размер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (показатель – выбросы CO_2 в т на душу населения); уровень запасов энергоресурсов (показатель – доля использования собственных ископаемых энергоресурсов (угля, природного газа и нефти) при производстве электрической энергии в %). Для анализа указанных показателей была собрана информация по 39 европейским странам за 2010 г. Стоит отметить, что в авторы производили расчеты за 2010 год, исходя из длительного временного лага с момента создания и до запуска любой из электростанций, оказывающее влияние на различные факторы.

Для выделения групп стран со схожим уровнем развития указанных выше факторов использовался метод иерархического кластерного анализа. Мерой сходства был выбран квадрат евклидова расстояния. Квадрат евклидова расстояния представляет собой сумму квадратов разностей в значениях для каждой переменной. Это наиболее часто используемая мера сходства. На основе анализа шагов агломерации было определено, что оптимальным для классификации данной совокупности является 3 кластера. Для деления стран на кластеры использовался программный пакет SPSS. С целью проверки гипотезы о наличии характерных для каждого кластера направлений был использован множественный дискриминантный анализ. В качестве зависимой переменной выступила принадлежность страны к кластерам, а в качестве предикторов – используемые страна-

ми виды генерации электроэнергии.

Целью дискриминантного анализа являлось выявление соответствий между выделенными на основе характеристик стран (уровень экономического развития; размер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; уровень запасов энергоресурсов) кластерами и определенными на основе дискриминантных функций группами стран по набору применяемых ими источников генерации электроэнергии. Совпадение кластеров и дискриминантных групп позволит сделать вывод о наличии взаимосвязей между характеристиками стран и используемых ими направлений развития возобновляемых источников генерации электроэнергии. По результатам дискриминантного анализа страны были разделены на 3 группы.

При построении модели использовался прямой метод, который предполагает включение всех предикторов в модель. Выполнение дискриминантного анализа осуществлялось с помощью программного пакета SPSS. В результате чего были получены 2 дискриминантные функции.

Литература

1. Zoryna T., Matyushenko A. Analysing the development of renewable energy sources in European countries. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences. Т. 470. С. 01043 (2023).

О периодических решениях допустимо возмущенной системы ОДУ с бесконечным числом предельных циклов

Э. В. Мусафиров, А. А. Гринь, А. Ф. Проневич (Гродно, Беларусь)

Для вещественной автономной дифференциальной системы третьего порядка, имеющей бесконечно много (континуум) предельных циклов (см. [1–3]),

$$\begin{aligned}\dot{x} &= a_0x - a_1y + a_2xy + a_3y^2 + a_4xz + a_5yz, \\ \dot{y} &= a_1x + a_0y - a_2x^2 - a_3xy + a_4yz - a_5xz, \\ \dot{z} &= 2(a_0z + a_4z^2); \quad (x, y, z) \in \mathbb{R}^3\end{aligned}$$

при $a_2 = a_3 = 0$ получено множество допустимо (т. е. с сохранением отражающей функции Мироненко [4]) возмущенных систем

$$\begin{aligned}\dot{x} &= (a_0x - a_1y + a_4xz + a_5yz)(1 + \alpha_1(t)) + x\alpha_2(t) + y\alpha_3(t), \\ \dot{y} &= (a_1x + a_0y + a_4yz - a_5xz)(1 + \alpha_1(t)) + y\alpha_2(t) - x\alpha_3(t), \\ \dot{z} &= 2z(a_0 + a_4z)(1 + \alpha_1(t)),\end{aligned}\tag{1}$$

где $\alpha_i(t)$ — произвольные скалярные непрерывные нечетные функции. С использованием теории отражающей функции Мироненко доказан следующий результат.

Теорема. Пусть $\alpha_i(t)$ — скалярные дважды непрерывно дифференцируемые нечетные функции ($i = \overline{1, 3}$), $a_4 \neq 0$, $a_1 \neq -a_0a_5/a_4$, $\omega := \pi |a_4|/|a_0a_5 + a_1a_4|$ и правая часть системы (1) есть 2ω -периодическая по t . Тогда $\forall k \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$ такого, что $a_0k/a_4 < 0$, решение системы (1), удовлетворяющее начальным условиям $x(-\omega) = \sqrt{-a_0k/a_4}$, $y(-\omega) = 0$, $z(-\omega) = -a_0/a_4$, есть 2ω -периодическое.

Литература

1. Булгаков В.И., Гринь А.А. Об одной бифуркации негрубого фокуса автономной системы третьего порядка. *Дифференциальные уравнения*. Т. 32, No. 12 (1996), 1703.

2. Гринь А.А., Мусафиров Э.В., Проневич А.Ф. Вещественная автономная квадратичная система трех дифференциальных уравнений с бесконечным числом предельных