

разбросанного поиска варьировалась от 157660 до 175626, а количество итераций – от 69 до 75.

Таблица 1– Результаты работы алгоритмов

Имя метода	Полученные значения			Количество о точек	Количество о итераций
	x	y	$f(x, y)$		
Метод пчелиных колоний	3,002802	1,995160	0,000737	50	30
	3,002130	1,996375	0,000210	50	30
	3,580356	-1,848560	0,000675	50	30
Метод разбросанного поиска	2,999727	1,998079	0,000071	175626	75
	3,580356	1,848184	0,000014	170218	74
	2,991343	2,001283	0,002479	157660	69

Исследования показали, что при рассмотрении целевой функции Химмельблау лучшие результаты показал алгоритм оптимизации на базе метода разбросанного поиска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мицель А.А., Шелестов А.А, Романенко В.В., Мицель А.А. Методы оптимизации: учебное пособие. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2017. – 198 с.
2. Пантелеев А.В., Метлицкая Д.В., Алешина Е.А. Пантелеев А.В. Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы. – М.: Вузовская книга, 2013. – 244 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЛИ «СКРЫТОЙ» МОНООТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ МОНОГОРОДОВ В СОПОСТАВЛЕНИИ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ- ФЛАГМАНАМИ

И.С. Антонова, Е.А. Малеева, С.Н. Попова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: antonova_is@mail.ru

THE MODEL OF “SHADING” CORE INDUSTRY IN COMPANY TOWNS IN COMPARISON TO THE FLAGSHIP ENTERPRISES

I.S. Antonova, E.A. Maleeva, S.N. Popova

National Research Tomsk Polytechnic University

Annotation. The article describes the possibility of restoring zero values of the share of the single-industry sector indicator in terms of revenue, fixed assets and salary for the single-industry town Taiga from 2013 to 2017, using the machine-learning model. Using the obtained indicator the share of the single-industry sector was determined that the flagship enterprise of the Taiginsky district would be included in the sample of flagship enterprises of Tomsk, Kemerovo and Chelyabinsk regions.

Введение.

Ограниченное количество данных крайне ограничивает исследование экономического и пространственного развития моногородов [1]. Расчет показателей концентрации и диверсификации повышает качество данных о моногородах, но рассчитать данные показатели для моногородов, градообразующим предприятием которых является филиал другого предприятия, расположенного вне муниципального образования, невозможно. В данной работе примером такого моногорода являлся Тайгинский городской округ (Тайгинский ГО), градообразующее предприятия которого является комплекс структурных подразделений ОАО «Российские железные дороги». Целью работы являлось построение регрессионной модели, применяя методы

машинного обучения, для предсказания доли моноотрасли Тайгинского ГО, определение места его градообразующего предприятия в выборке предприятий-флагманов.

В исследовании использовались данные бухгалтерской отчетности предприятий, представленные в аналитической системе «СПАРК-Интерфакс» за период 2013–2017 гг. для моногородов Кемеровской, Челябинской и Свердловской областей, так как у данных регионов наблюдается самая высокая концентрация моногородов.

Материалы и методы исследования.

Для городов были рассчитаны показатели концентрации и диверсификации: доля моноотрасли [2], индекс Херфиндаля-Хиршмана (ННИ) и энтропия на основе данных о выручке, оплате труда и основных средствах предприятий. Для того, чтобы избежать искажений при подстановке данных Тайгинского ГО в модель, было предложено использовать модифицированный ННИ, т.е. вычесть квадрат доли моноотрасли из выражения: $ННИ' = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - CR^2$, где Y_i – доля i -го предприятия в общем объеме моногородов, n – общее число предприятий.

В данной работе использовались следующие алгоритмы машинного обучения: линейная регрессия, нейронные сети прямого распространения, метод ближайших соседей, случайный лес. Все расчеты и построение моделей проводились на языке программирования Python.

Результаты и выводы.

Для построения моделей были выбраны следующие параметры: число действующих предприятий и ННИ'. Для проверки качества моделей были рассчитаны коэффициент детерминации и среднеквадратичное отклонение. Из полученных результатов наилучшим образом показал алгоритм случайный лес. Но так как полученная модель является набором решающих правил, следовательно, она не может быть записана в виде функциональной зависимости. Для Тайгинского ГО были получены следующие значения, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Предсказанные моделью значения для Тайгинского ГО

	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Предсказанное значение	Доля выручки моноотрасли				
	0,54	0,59	0,46	0,34	0,30
	Доля основных средств моноотрасли				
	0,79	0,78	0,69	0,60	0,57
Предсказанное значение	Доля оплаты труда моноотрасли				
	0,67	0,72	0,55	0,47	0,46

Используя полученную долю моноотрасли, можно определить долю выручки градообразующего предприятия ОАО «РЖД» Тайгинского ГО. Рассчитав выручку, как долю выручки моноотрасли*общая выручка Тайгинского ГО. Были получены следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Рассчитанная выручка комплекса структурных подразделений ОАО «РЖД»

	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рассчитанная выручка, руб.	348087780	405590780	293336940	234784960	187243800

Полученные результаты позволяют сопоставить результаты с уровнем выручки на примере предприятий-флагманов и определить место доли «скрытой» моноотрасли среди них. В рамках указанного в разделе «Благодарность» гранта для оценки числа предприятий-флагманов Сибирского федерального округа применялась следующая схема. Под предприятиями-флагманами понимались лидирующие предприятия с наибольшими объемами годовой выручки. На основе данных финансовой отчетности за период 2013–2017 гг. определялись 200 крупнейших предприятий по выручке трех ведущих и крупных регионов СФО: Новосибирской, Томской и Кемеровской областей. Градообразующее предприятие Тайгинского ГО не входило в выборку. Сопоставив

полученные значения (таблица 2) со значениями выручки предприятий-флагманов, было получено, что ОАО «РЖД» Тайгинского ГО входил бы в число флагманов в 2014 г. (175 место), 2015 г. (185 место), 2016 г. (198 место).

Заключение.

Используя полученную модель, были восстановлены нулевые значения доли выручки, основных средств и оплаты труда моноотрасли для Тайгинского ГО, что повысило его качество данных, позволяющая оценивать уровень его диверсификации. На основе данных результатов было получено, что предприятие Тайгинского ГО попало бы в выборку предприятий-флагманов Новосибирской, Кемеровской и Томской областей в 2014, 2015 и 2016 гг.

Благодарности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта РФФИ «Роль флагманских предприятий в экономическом развитии регионов: Экономико-математический анализ панельных данных на примере России и США», проект № 18-010-01123 а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврильева Т.Н., Бочкарев Н.В., Афанасьева Я.В. Механизмы пространственной концентрации и децентрации экономической активности в Якутии // Экономика Востока России. – 2018. - №2(10). – С. 46-56.
2. Bikker, J. A., & Haaf, K. Competition, concentration and their relationship: An empirical analysis of the banking industry // Journal of Banking & Finance. – 2002. – Vol. 26 (11). – P. 2191-2214.

ЛИНЕЙНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ЗАДАННОЙ ФУНКЦИИ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

И. В. Раков, Д.С. Буньков, И.А. Набунский, С.В. Колесников
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 E-mail: rakovivan@live.com

NEURAL NETWORK LINEAR APPROXIMATION OF A GIVEN FUNCTION

I. V. Rakov, D. S. Bunkov, I.A. Nabunsky, S.V. Kolesnikov
 National Research Tomsk Polytechnic University

***Annotation.** Data obtained in the course of a real experiment contains a certain error. Real data there are noises that introduce additional errors in the final values. It is possible to level the errors and noises that arise during the experiment for practical work by approximating the experimental data.*

Для аппроксимации данных, полученных в ходе эксперимента, используют следующие виды регрессии: линейная, полиномиальная, гиперболическая, экспоненциальная, степенная и линейная регрессия общего вида [1]. Математическая запись простейшей линейной регрессии представлена в уравнении 1.

$$\varphi(x) = kx_i + b \quad (1)$$

где k , b – коэффициенты линейной регрессии определяемые из условия минимизации.

Для минимизации отклонения функции линейной регрессии от заданной функции в некоторых случаях используется метод наименьших квадратов (МНК). Математическая запись МНК представлена в уравнении 2.

$$Q = \sum_{i=1}^n \varepsilon^2 = \sum_{i=1}^n (f(x) - \varphi(x))^2 \Rightarrow \min \quad (2)$$

где $f(x)$ – значения заданной функции, $\varphi(x)$ – значения аппроксимирующей линейной функции.