

Экономическое районирование Беларуси: определение количественных параметров административных единиц

Николай П. Драгун

*Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь, dragunnp@gmail.com*

Ирина В. Ивановская

*Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь, ivanovskayaiv@gmail.com*

Аннотация. В целях повышения административной эффективности, выработки региональной политики, выявления проблем местного развития, распределения ресурсов и др. большинство стран мира подразделяют свою национальную территорию на административные единицы (регионы) (далее – АЕ). Однако, по мнению многих ученых и практиков, сложившиеся административные единицы, несмотря на их официальный статус и стабильность, в большинстве случаев имеют некоторые ограничения и недостатки, связанные с получением необходимой об их развитии информации, особенно когда речь идет о международной сопоставимости. Это обстоятельство вызывает большой интерес среди научной общественности и практиков к проблемам экономического районирования.

В зарубежной литературе идентификация и разграничение регионов обычно основываются на концепции местных/региональных рынков труда. В то же время местные рынки труда подвержены влиянию большого количества внешних факторов и не являются стабильными во времени, что затрудняет процедуру определения оптимального количества и количественных параметров административных единиц. В статье представлена методика определения количественных параметров административных единиц различного уровня, основанная на применении алгоритма «случайного леса» для классификации территорий с использованием количественных и категориальных переменных, характеризующих уровень их социально-экономического развития. Апробация методики на примере Республики Беларусь позволила установить критические значения количественных параметров административных единиц первого и базового уровней, достижение которых позволит обеспечить равномерное их развитие.

Ключевые слова: экономическое районирование, функциональная единица, административно-территориальная единица, экономическая политика, пространственное распределение, регионализация

Для цитирования: Драгун Н.П., Ивановская И.В. Экономическое районирование Беларуси: определение количественных параметров административных единиц // Вестник РГТУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2022. № 2. С. 88–109. DOI: 10.28995/2073-6304-2022-2-88-109

Economic regionalization of Belarus. Determination of quantitative parameters of administrative units

Mikalai P. Drahun

Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus, dragunnp@gmail.com

Iryna V. Ivanouskaya

Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus, ivanovskayaiv@gmail.com

Abstract. In order to increase administrative efficiency, formulate regional policy, identify issues of local development, allocate resources, etc., most countries in the world subdivide their national territory into administrative units (regions). However, according to many scientists and practitioners, the established administrative units, despite their official status and stability, in most cases have some limitations and disadvantages associated with obtaining the necessary information about their development, especially when it comes to international comparability. That circumstance arouses great interest among the scientific community and practitioners in the issues of economic regionalization.

In foreign literature, the identification and delineation of regions is usually based on the concept of local / regional labor markets. At the same time, local labor markets are influenced by a large number of external factors and are not stable over time, which complicates the procedure for determining the optimal number and quantitative parameters of administrative units. The article presents a methodology for determining the quantitative parameters of administrative units of various levels, based on the application of the “random forest” algorithm for the classification of territories using quantitative and categorical variables characterizing the level of their socio-economic development. Approval of the methodology as exemplified by the Republic of Belarus made it possible to establish the critical values of the quantitative parameters of the administrative units of the first and basic levels, the achievement of which will ensure the uniform development of the selected regions.

Keywords: economic zoning, functional unit, administrative-territorial unit, economic policy, spatial distribution, regionalization

For citation: Drahun, M.P. and Ivanouskaya, I.V. (2022), “Economic regionalization of Belarus. Determination of quantitative parameters of administrative units”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Economics. Management. Law” Series*, no. 2, pp. 88-109, DOI: 10.28995/2073-6304-2022-2-88-109

Введение

Организация пространства имеет решающее значение для понимания и объяснения социально-экономических процессов и необходима для нужд территориального планирования, рационального размещения производительных сил, разработки и реализации региональной политики, снижения дифференциации регионов по уровню социально-экономического развития, международной сопоставимости и др. Определение административных/функциональных единиц/регионов занимает важное место в географических, пространственных и экономических исследованиях на протяжении нескольких десятилетий. Для определения критических значений количественных параметров АЕ, при выходе за которые их развитие не может быть устойчивым, в зависимости от решаемой задачи могут использоваться как географические (площадь территории, радиус доступности, удаленность от административного центра территории более высокого уровня иерархии) и демографические (численность и плотность населения), так и экономические (масштаб экономической деятельности на территории) характеристики.

В зарубежных публикациях был предложен ряд концепций и подходов к экономическому районированию (например, в работах [Masser and Brown 1975, 1977; [Slater 1976, 1981; Coombes 1986; Florez-Revuelta 2008; Farmer 2009; Farmer, Fotheringham 2011]). Farmer и Fotheringham [Farmer, Fotheringham 2011] классифицировали их на три типа: (а) иерархическая кластеризация (например, [Brown, Holmes 1971; Masser, Brown 1975, 1977; Masser, Schuerwater 1980; Slater 1976, Drobne, Bogataj 2012]); (b) многоступенчатая агрегация (например, [Coombes 1986; Laan, Schalke 2001; Konjar 2010]); (с) центральная агрегация (например, [Drobne et al. 2010]). Целью этих процедур регионализации является определение как можно большего количества административных единиц с учетом определенных статистических ограничений, которые гарантируют, что АЕ остаются статистически сопоставимыми и функционально неоднородными.

Наиболее часто встречающейся является концепция рынков труда [Karlsson, Olsson 2006; Klapka et al. 2016; Erlebach et al. 2016; Halas et al. 2017]. В соответствие с ней границы АЕ определяются с учетом мобильности рабочей силы – АЕ являются интегрированными территориями в том смысле, что мобильность рабочей силы за их пределы является низкой или отсутствует. То есть в АЕ спрос на рабочую силу пропорционален предложению рабочих мест, и наоборот [Karlsson, Olsson 2006]. Таким образом, многие авторы счи-

тают, что наиболее важной характеристикой АЕ является интегрированный рынок труда, на котором внутрирегиональная трудовая миграция, внутрирегиональный поиск работы и спрос на рабочую силу намного интенсивнее, чем на межрегиональном уровне (например, [Smart 1974; Coombes, Green, Openshaw 1986; Casado-Díaz 2000; Andersen 2002; Karlsson, Olsson 2006; Farmer, Fotheringham 2011], OECD¹). Для определения АЕ в этом случае используют алгоритмы или кластерный анализ, основанный на комбинации расстояния, близости, порогов коммутирования рабочей силы, времени в пути и т. д., а сами АЕ строятся путем последовательной агрегации смежных территориальных единиц.

По мнению многих ученых, АЕ, определенные на основе концепции рынков труда, могут использоваться для выявления региональных неравенств, научного моделирования и понимания процессов на рынке труда, включая выбор, который люди делают относительно жилья, места и расстояния от дома до работы, представления объективных статистических данных о занятости населения, реорганизации местного самоуправления, инструментов регионального планирования [Ball 1980; Erlebach et al. 2016]. В то же время проблема многих процедур регионализации заключается в том, что они не могут использоваться непосредственно для выбора количества административных единиц – k . Farmer С. сделал обзор подходов к определению количества АЕ: (а) некоторые процедуры требуют, чтобы значение k было указано априори (например, [Brown, Holmes 1971; Masser, Scheurwater 1980; Cörvers et al. 2009]), (б) другие определяют k с помощью специальных оценок данных, где субъективные оценки конфигурации АЕ часто основаны на восприятии авторами внутренней среды АЕ и конкретных контекстов приложения для определения оптимального количества АЕ [Farmer 2009; Drobne, Bogataj 2012]. Так, Drobne и Bogataj для моделирования административных регионов применили метод Intramax и определили несколько комбинаций АЕ первого и второго уровней по двум параметрам – (а) склонности населения к перемещению между АЕ и (б) экономическим и социальным факторам (численность населения в регионе, время в пути на автомобиле между центрами АЕ, уровень занятости в АЕ, валовой доход на душу населения в АЕ, цена 1 кв. м недвижимости в АЕ и др.), ко-

¹ OECD (2002), Redefining territories – The functional regions, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris [Электронный ресурс]. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/redefining-territories_9789264196179-en#page1 (дата обращения 10 сент. 2021).

которые могут оказывать существенное влияние на анализируемые перемещения [Drobne, Bogataj 2012]. В основе подхода лежит гипотеза, что поиск работы и спрос на рабочую силу внутри региона намного интенсивнее, чем на межрегиональном уровне, а исследуемые регионы социально и экономически неоднородны.

В русскоязычной литературе имеется относительно мало публикаций, посвященных исследованию рассматриваемой проблемы. В табл. 1 представлены мнения некоторых авторов относительно оптимальных количественных параметров территорий различного уровня.

Таблица 1

Мнения некоторых авторов относительно оптимальных количественных параметров АЕ различного уровня

Параметр территории (АЕ)	АЕ первого (регионального, областного) уровня	АЕ второго (районного) уровня	АЕ третьего уровня
Родоман Б.Б. – параметры АЕ определяются их количеством, которое есть следствие оптимальной величины нормы управляемости территориями [Родоман 2000]			
Количество АЕ нижнего уровня в АЕ верхнего уровня	–	Для Республики Беларусь 7 АЕ – оптимальное количество (норма управляемости)	Для Республики Беларусь 7 АЕ и т. д.
Чистобаев А.И., Красовская О.В., Скатерщиков С.В. [Чистобаев, Красовская, Скатерщиков 2010]			
Количество АЕ	–	Для Республики Беларусь 5–10	–
Количество АЕ в АЕ верхнего уровня	–	Для Республики Беларусь 5–10	–
Площадь АЕ	–	В зависимости от плотности населения	–
Баранов Н. – параметры АЕ определяются на основе статистических данных в среднем по странам мира ²			

² Баранов Н. Административно-территориальное деление государства // Персональный сайт Николая Баранова [Электронный ресурс]. URL: <https://nicbar.ru/politology/study/kurs-politicheskaya-regionalistika/184-lektsiya-5-administrativno-territorialnoe-delenie-gosudarstva> (дата обращения 13 августа 2019).

Окончание табл. 1

Параметр территории (АЕ)	АЕ первого (регионального, областного) уровня	АЕ второго (районного) уровня	АЕ третьего уровня
Количество АЕ	18 (в среднестатистическом государстве мира) 10–50 – количество от сложности территории	–	–
Количество АЕ в АЕ верхнего уровня	–	до 15–20 – оптимальное количество (норма управляемости)	–
Площадь АЕ	40 тыс. км ² (в среднестатистическом государстве мира)	–	–
Население АЕ	1,8 млн человек (в среднестатистическом государстве мира)	–	–

Данные, представленные в табл. 1, показывают, что количественные параметры территорий в рамках действующего административно-территориального деления Республики Беларусь в целом не соответствует среднемировым и рекомендуемым рядом ученых количественным параметрам. Так:

- количество АЕ первого уровня в республике почти в 3 раза меньше, чем в среднем государстве мира, где это число как правило не меньше 10 (табл. 2). По этому параметру Беларусь соответствует некоторым очень густонаселенным, но не сопоставимым с ней по численности населения и территории странам Юго-Восточной Азии (Пакистан, Бангладеш);
- площадь АЕ первого уровня Беларуси 34,6 тыс. км² в целом соответствует аналогичному показателю 40 тыс. км² (в среднестатистическом государстве мира). Однако численность населения отстает в 1,44 (1,25 раза с корректировкой на площадь) раза – 1,2 против 1,8 млн человек, что, в том числе, свидетельствует о дефиците населения на территории страны;
- количество АЕ второго уровня в республике в целом находится в оптимальном диапазоне (15–20 АЕ) с точки зрения норм управляемости.

Таблица 2

Размеры административных регионов некоторых стран мира³

Страна	АЕ первого уровня (регионы) (Territorial level 2)			АЕ базового уровня (районы) (Territorial level 3)		
	Количество АЕ	Средняя площадь АЕ (100 км ²)	Численность населения в АЕ (тыс. чел.) ⁴	Количество АЕ	Средняя площадь АЕ (100 км ²)	Численность населения в АЕ (тыс. чел.)
Германия	16	223	5130	49	72	1675
Австрия	9	93	899	35	24	231
Бельгия	3	102	3 413	11	27	931
Канада	12	7669	2541	288	319	106
Корея	16	62	2 929	–	–	–
Дания	3	144	1 773	15	56	355
Испания	16 + 2	280	2 190	48 + 4	97	758
США	51	1838	5351	765	120	357
Финляндия	6	564	862	20	169	259
Франция	22	247	2686	96	56	616
Болгария	7	133	1 438	20	49	503
Италия	20	151	2 854	103	29	554

Япония	10	378	12 669	47	80	2 695
Норвегия	7	439	637	19	162	235
Польша	16	195	2 416	–	–	–
Португалия	5 + 2	131	1 427	28 + 2	31	333
Чехия	8	99	1 286	14	56	735
Великобритания	12	201	4 958	133	18	447
Швеция	8	514	1 107	21	196	422
Швейцария	7	57	1 020	16	25	446
Турция	7	1 107	9 403	80	106	823

³ OECD (2002), Redefining territories – The functional regions, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris [Электронный ресурс]. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/redefining-territories_9789264196179-en#page1 (дата обращения 10 сентября 2021).

⁴ Данные переписи 1999 г.

В то же время исторически количественные параметры АЕ Беларуси претерпевали значительные изменения в зависимости от эволюции административно-территориального деления страны (табл. 3)⁵ [Елизаров 2009; Лис 1972].

Таблица 3

Средние значения количественных параметров АЕ Беларуси
в период с 1917 года по настоящее время

Характеристика АЕ	АЕ первого уровня	АЕ второго уровня	АЕ третьего уровня
Количество АЕ			
Приоритет экономического районирования 1920-е гг.	9 АЕ	100 АЕ	1373 АЕ
1954–1964 гг.	6 АЕ	77 АЕ (сельских)	1528 АЕ
Приоритет административно-политического районирования 1930–1953 гг.	11 АЕ (после 1939 г.)	184 АЕ (после 1939 г.)	2664 АЕ (после 1939 г.)
1964–1991 гг.	6 АЕ	118 АЕ (сельских)	1512 АЕ
Настоящее время	6 АЕ	118 АЕ (сельских)	1164 АЕ
Количество АЕ в АЕ верхнего уровня			
Приоритет экономического районирования 1920-е гг.	–	12	15
1954–1964 гг.	–	13	20
Приоритет административно-территориального деления на 1 января 1964 г. / Отд. по вопросам работы Советов Президиума Верхов. Совета БССР; Сост.: Х.А. Аксельрод [и др.]. 3-е изд. Минск: Беларусь, 1964. 199 с.; Экономика Советской Белоруссии: 1917–1967 гг. / Акад. наук БССР, Ин-т экономики; Ф.С. Мартинкевич (отв. ред.). Минск: Наука и техника, 1967. 571 с.	–	17	15
1964–1991 гг.	–	20	13
Настоящее время	–	20	12,5

⁵ Административно-территориальное устройство БССР: Справ.: В 2 т. / Глав. арх. упр. при Совете Министров БССР, Ин-т философии и права Акад. наук БССР; Редкол.: В.А. Круталевич [и др.]. Минск: Беларусь, 1985–1987. Т. 1 (1917–1941 гг.); Сост.: Т.А. Воробьева [и др.]. 1985. 390 с.; Белорусская ССР. Административно-территориальное деление на 1 января 1964 г. / Отд. по вопросам работы Советов Президиума Верхов. Совета БССР; Сост.: Х.А. Аксельрод [и др.]. 3-е изд. Минск: Беларусь, 1964. 199 с.; Экономика Советской Белоруссии: 1917–1967 гг. / Акад. наук БССР, Ин-т экономики; Ф.С. Мартинкевич (отв. ред.). Минск: Наука и техника, 1967. 571 с.

Характеристика АЕ	АЕ первого уровня	АЕ второго уровня	АЕ третьего уровня
Площадь территории			
Приоритет экономического районирования 1920-е гг.	11,6% от территории страны	1204 км ² Радиус доступности – 19,6 км	88 км ² Радиус доступности – 5,3 км
1954–1964 гг.	34,6 тыс. км ²	2696 км ²	135 км ²
Приоритет административно-политического районирования 1930–1953 гг.	21,8 тыс. км ²	1180 км ² (после 1939 г.) Радиус доступности – 19,4 км	85 км ² Радиус доступности – 5,2 км
1964–1991 гг.	34,6 тыс. км ²	1772 км ² Радиус доступности – 23,7 км	137 км ² Радиус доступности – 6,6 км
Настоящее время	34,6 тыс. км ²	1748 км ² Радиус доступности – 23,6 км	139 км ² Радиус доступности – 6,7 км
Численность населения			
Приоритет экономического районирования 1920-е гг.	554 тыс. чел.	44,1 тыс. чел.	3,1 тыс. чел.
1954–1964 гг.	–	–	3,5 тыс. чел.
Приоритет административно-политического районирования 1930–1953 гг.	1080 тыс. чел.	58 тыс. чел.	–
1964–1991 гг.	–	54,1 тыс. чел.	–
Настоящее время	1247 тыс. чел.	40,2 тыс. чел.	3,2 тыс. чел.

Анализ динамики средних значений количественных параметров АЕ Беларуси в период с 1917 г. по настоящее время позволил установить, что имеется ярко выраженная их зависимость от приоритетности целей и задач реализуемой республиканскими органами государственного управления социально-экономической политики и его используемых механизмов:

- в довоенный период в рамках политики приоритета социально-экономического районирования (далее – ПСЭР) в административно-территориальном делении (далее – АТД) коли-

чество АЕ первого уровня (округа, области) в среднем было на 20% меньше, чем в рамках политики приоритета административно-политического районирования (далее – ПАПР). Число АЕ второго уровня (уезды, районы) в АЕ первого уровня в рамках ПСЭР было на 30% меньше, чем в рамках ПАПР (в послевоенный период – на 35% меньше). Для АЕ третьего уровня (волости, сельсоветы) эта зависимость обратная – в послевоенный период в рамках ПСЭР их число в 1,5 раза выше, чем в рамках ПАПР (хотя этот факт может объясняться процессами нарастающей урбанизации);

- зависимость площади АЕ первого и третьего уровней от политики АТД не прослеживается, а для АЕ второго уровня в послевоенный период эта зависимость есть – в рамках ПСЭР их площадь в 1,5 раза больше, чем в рамках ПАПР;
- зависимость численности населения АЕ всех трех уровней от политики АТД не прослеживается.

Таким образом, исторически широкий диапазон значений количественных характеристик АЕ Республики Беларусь, неоднозначность теоретических и методических подходов к их определению обуславливают актуальность настоящей работы.

Цель исследования – разработать методику определения количественных параметров АЕ различного уровня для их использования в решении практических задач экономического районирования и апробировать ее на примере Республики Беларусь.

Информационной базой исследования являлись данные Национального статистического комитета Республики Беларусь о социально-экономическом развитии территорий за 2015–2019 гг.

Методика определения количественных параметров АЕ

В основе разработанной нами методики лежит использование алгоритма «случайного леса», предложенного Л. Брейманом и А. Катлер [Breiman 2001]. Каждое дерево леса построено на основе бутстреп выборки, взятой случайным образом из исходного набора данных, с использованием метода CART и уменьшением меры неоднородности Джини в качестве критерия расщепления. Для практической реализации работы алгоритма случайного леса использована среда вычислений R-Studio. Методика предполагает реализацию следующей последовательности этапов.

На *первом этапе* проводится анализ исходных данных с целью выявления количественных и факторных (категориальных) пере-

менных, характеризующих АЕ, исходя из поставленной задачи. Нами в качестве исходных данных использовалась информация о 128 административно-территориальных единицах (районах и городах областного подчинения) базового уровня Республики Беларусь. Зависимой (категориальной) переменной выступало отнесение административно-территориальной единицы к отстающим районам в соответствии с Постановлением Совета министров Республики Беларусь от 2 февраля 2019 г. № 74 «Об утверждении порядка отнесения административно-территориальных единиц к территориям, отстающим по уровню социально-экономического развития»⁶. Согласно Постановлению к территориям, отстающим по уровню социально-экономического развития, отнесен 31 район страны, в том числе в Брестской области – 3 района, Витебской – 7, Гомельской – 8, Гродненской – 3, Минской – 3, Могилевской – 7 районов.

В качестве факторных выступили следующие переменные:

а) *пространственного размещения АЕ*: отнесение АЕ к городам с численностью населения более 80 тыс. человек (*gorod80*); занимающим приграничное положение (*prigranich*); с городами с численностью населения более 80 тыс. человек на территории (*gorod_obl*); расстояние от центра АЕ до областного центра (*rasst*);

б) *функционального типа*: отнесение АЕ к аграрным, промышленно-аграрным, многофункциональным АЕ (*agr, prom_agr, mnogofunk* соответственно);

в) *размера АЕ*: площадь территории (*terr*); численность населения (*chisl*); плотность населения (*plotn*);

г) *масштаба экономической деятельности*: объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на душу населения в среднегодовом исчислении (*proizv_chisl1*);

д) *индустриального развития АЕ*: доля обрабатывающей промышленности в общем объеме производства продукции (работ, услуг) по АЕ (*dolya_prom*);

е) *экспортной ориентированности экономики АЕ*: доля экспорта в объеме производства продукции (работ, услуг) (*exp_proizv*);

ж) *прибыльности деятельности организаций АЕ*: рентабельность продаж по АЕ (*rent*);

⁶ Постановление Совета министров Республики Беларусь от 2 февраля 2019 г. № 74 «Об утверждении порядка отнесения административно-территориальных единиц к территориям, отстающим по уровню социально-экономического развития». [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21900074> (дата обращения 20 октября 2021).

и) *производительности ресурсов в организациях АЕ*: объем производства продукции (работ, услуг) в сопоставимых ценах в расчете на одного списочного работника в среднем за год (*proizv_chisl2*); объем экспорта товаров и услуг на одного списочного работника в среднем за год (*exp_chisl*);

к) *обеспеченности труда основным капиталом*: отношение первоначальной стоимости основных средств к списочной численности работников в среднем за год (фондовооруженность) (*staim_chisl*).

При оценке влияния перечисленных количественных факторов на экономическое положение АЕ брались средние значения факторных показателей за трехлетний период 2015–2017 гг. (проведенные авторами исследования позволяют утверждать о влиянии факторов с временным лагом) для нивелирования годовых колебаний [Берченко, Драгун 2019].

В исследовании принималась гипотеза о том, что перечисленные выше переменные являются факторами отнесения АЕ к территориям, отстающим по уровню социально-экономического развития. Соответственно, при попадании значений названных переменных в определенный интервал АЕ не будут относиться к территориям, отстающим по уровню социально-экономического развития, а следовательно, могут рассматриваться как перспективные единицы административно-территориального деления, располагающие необходимым потенциалом для развития.

На *втором этапе* набор данных разделяется случайным образом на две выборки без повторений в отношении 7/3: 70% набора отводятся для дальнейшего построения моделей (так называемая тренировочная выборка), оставшаяся часть данных используется для тестирования полученных моделей и анализа результатов (тестовая выборка).

Затем осуществляется построение случайного леса, который классифицировал бы необходимые категориальные переменные по двум группам (АЕ, относящиеся или не относящиеся к территориям, отстающим по уровню социально-экономического развития).

На *третьем этапе* на основании построенных на тренировочной выборке моделей «случайного леса» тестируются данные, составляющие тестовую выборку. Строится матрица ошибок, на основании которой рассчитывается точность верной классификации. Наглядно матрицу ошибок можно представить в виде табл. 4, где содержится информация, сколько раз модель приняла верное и неверное решение при определении класса: TP – истинно положительное решение; FP – ложно положительное решение; FN – ложно отрицательное решение; TN – истинно отрицательное решение.

Таблица 4

Матрица ошибок результатов
использования алгоритма «случайного леса»

Результат использования алгоритма		Фактические данные	
		Положительная	Отрицательная
Полученные данные	Положительная	TP	FP
	Отрицательная	FN	TN

На *четвертом этапе* осуществляется интерпретация полученных результатов. Алгоритм «случайного леса», несмотря на уже отмеченную работу по принципу черного ящика, позволяет интерпретировать полученные результаты с помощью мер важности. Целесообразно рассматривать две меры важности:

- среднее снижение точности (Mean Decrease Accuracy) – показатель степени, до которой переменная повышает точность при прогнозировании классификации. Более высокие значения означают, что переменная улучшает прогноз;
- среднее снижение индекса Джини (Mean Decrease Gini) – мера важности переменной, которая учитывает, как вклад, который переменная вносит в точность, так и степень ошибочной классификации. Большие числа указывают на то, что переменная улучшает прогноз.

Полученные результаты и их обсуждение

Предлагаемая методика на основе алгоритма «случайного леса» позволяет классифицировать все исследуемые факторы отнесения АЕ к отстающим по уровню социально-экономического развития на четыре группы:

- *факторы высокой значимости* (2 фактора): объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на душу населения в среднегодовом исчислении; объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на одного списочного работника в среднем за год. АЕ с большой вероятностью классифицируется моделью как отстающая при значении *proizv_chisl1* меньшим 9,4 тыс. руб./чел. в год (здесь и далее стоимостные значения даны в ценах 2017 г.), *proizv_chisl2* – меньшим 33,5 тыс. руб./чел. в год;

- *факторы средней значимости* (3 фактора): объем экспорта товаров и услуг на одного списочного работника в среднем за год; рентабельность продаж по АЕ; доля экспорта в объеме производства продукции (работ, услуг). АЕ с большой вероятностью классифицируется моделью как отстающая при значении *exp_chisl* меньшим 3,5 тыс. долл. США/чел. в год (рис. 3а), *rent* – меньшим 5,1%, *exp_proizv* – меньшим 19%;
- *факторы низкой значимости* (6 факторов): доля обрабатывающей промышленности в общем объеме производства продукции (работ, услуг) по АЕ; численность населения; плотность населения; площадь территории; фондовооруженность; расстояние от центра АЕ до областного центра. АЕ с большой вероятностью классифицируется моделью как отстающая при значении *dolya_prom* меньшим 40%, *chisl* – меньшим 54 тыс. человек, *plotn* – меньшей 69 человек/км² (рис. 4в), *terr* – в диапазонах до 1200 км² и более 2950 км² (рис. 4г); *stoim_chisl* – меньшей 50 тыс. руб./чел. (рис. 4д), *rasst* – в диапазонах до 40 км и более 120 км;
- *незначимые факторы* (4 фактора): функциональный тип по СКТО до 2030 года, приграничное положение, наличие на территории города с населением более 80 тыс. человек, вхождение в категорию городов с населением более 80 тыс. человек.

Важность рассматриваемых факторов для прогнозирования отнесения АЕ к группам отстающих по уровню социально-экономического развития представлена в табл. 5.

Таблица 5

Важность факторов для прогнозирования отнесения АЕ
к исследуемым группам

АЕ, отстающие по уровню социально-экономического развития	Остальные АЕ
Факторы с различной важностью для групп	
Доля обрабатывающей промышленности в общем объеме производства продукции (работ, услуг) по АЕ Фондовооруженность	Площадь территории Численность населения Плотность населения Расстояние центра АЕ до областного центра
Факторы с одинаковой важностью для групп	
Объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на душу населения в среднем за год Доля экспорта в объеме производства продукции (работ, услуг) Объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на одного списочного работника в среднем за год Рентабельность продаж по АЕ Объем экспорта товаров и услуг на одного списочного работника в среднем за год	

На обучающей выборке (89 АЕ) построенная модель из 69 АЕ, не относящихся к отстающим по уровню социально-экономического развития, верно предсказала 69 АЕ. Таким образом, точность предсказания на обучающей выборке составила 100%. На тестовой выборке из 28 АЕ, не относящихся к отстающим, модель верно предсказала 25 АЕ, из 11 АЕ, относящихся к отстающим, верно предсказаны 7 АЕ, то есть точность предсказания на тестовой выборке составила 82,1%.

Полученные результаты позволили определить критические значения количественных параметров АЕ первого и базового уровней, при которых экономический потенциал АЕ позволит осуществлять процессы расширенного воспроизводства, что может являться обоснованием, например, для рассмотрения данных территорий в качестве самостоятельных единиц административно-территориального деления (табл. 6).

Таблица 6

Критические значения количественных параметров АЕ
первого и базового уровней

Параметр АЕ	Критическое значение параметра
АЕ первого уровня (регионы)	
Количество АЕ	18–20
Расстояние от центра АЕ до областного центра (радиус доступности административного центра региона)	Не более 120 км
Объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на душу населения в среднегодовом исчислении	Не менее 9,4 тыс. руб./чел. в год
Доля обрабатывающей промышленности в общем объеме производства продукции (работ, услуг) по АЕ	Не менее 40%
Доля экспорта в объеме производства продукции (работ, услуг)	Не менее 19%
Рентабельность продаж по АЕ	Не менее 5,1%
Объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на одного списочного работника в среднем за год	Не менее 33,5 тыс. руб./чел. в год
Объем экспорта товаров и услуг на одного списочного работника в среднем за год	Не менее 3,5 тыс. долл. США/чел. в год
Отношение первоначальной стоимости основных средств к списочной численности работников в среднем за год	Не менее 50 тыс. руб./чел.

Окончание табл. 6

Параметр АЕ	Критическое значение параметра
АЕ базового уровня (районы)	
Площадь территории	Не менее 1200 км ² , но не более 2950 км ²
Численность населения	Не менее 54 тыс. чел.
Плотность населения	Не менее 69 чел./км ²
Объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на душу населения в среднегодовом исчислении	Не менее 9,4 тыс. руб./чел. в год
Доля обрабатывающей промышленности в общем объеме производства продукции (работ, услуг) по АЕ	Не менее 40%
Доля экспорта в объеме производства продукции (работ, услуг)	Не менее 19%
Рентабельность продаж по АЕ	Не менее 5,1%
Объем производства продукции (работ, услуг) в сопоставимых ценах в расчете на одного списочного работника в среднем за год	Не менее 33,5 тыс. руб./чел. в год
Объем экспорта товаров и услуг на одного списочного работника в среднем за год	Не менее 3,5 тыс. долл. США/чел. в год
Отношение первоначальной стоимости основных средств к списочной численности работников в среднем за год (фондовооруженность)	Не менее 50 тыс. руб./чел.

Примечание: Стоимостные значения приведены в ценах 2017 г.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования получены следующие результаты:

1) разработана методика определения количественных параметров административно-территориальных единиц различного уровня, новизна которой состоит в применении алгоритма «случайного леса» для классификации территорий с использованием количественных и категориальных переменных, характеризующих уровень их социально-экономического развития. Методика позволяет, во-первых, на основе показателей социально-экономического развития территорий строить модели прогнозирования их попадания в различные классификационные группы (например, в группу отстающих по уровню социально-экономического развития),

во-вторых, классифицировать факторные переменные в зависимости от степени их влияния на категориальную, т. е. отделить более значимые для решаемой задачи переменные от менее значимых, в-третьих, установить критические значения количественных параметров АЕ различного уровня в контексте решения различных задач территориального развития;

2) апробация методики на примере АЕ Республики Беларусь позволила установить, что наиболее значимыми факторами попадания территорий страны в группу отстающих по уровню социально-экономического развития являются: масштаб экономической деятельности (объем производства продукции (работ, услуг) в расчете на душу населения в среднегодовом исчислении), экспортная ориентированность экономики (доля экспорта в объеме производства продукции (работ, услуг)), производительность труда (объем производства продукции (работ, услуг) и объем экспорта товаров и услуг в расчете на одного списочного работника в среднем за год) и рентабельность продаж. Полученные в результате моделирования частичные зависимости точности классификации АЕ от значений факторов позволили определить критические значения количественных параметров АЕ первого и базового уровней в контексте их отнесения к отстающим территориям.

Литература

- Берченко, Драгун 2019 – *Берченко Н.Г., Драгун Н.П.* Критерии и факторы сложного экономического положения административно-территориальных единиц Республики Беларусь // Экономика, моделирование, прогнозирование: Сб. науч. тр. Минск: НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь, 2019. Вып. 13. С. 22–32.
- Елизаров 2009 – *Елизаров С.А.* Формирование и функционирование системы административно-территориального деления БССР (1919–1991 гг.). Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. 222 с.
- Лис 1972 – *Лис А.Г.* Проблемы развития и размещения производительных сил Белоруссии. М.: Мысль, 1972. 276 с.
- Родоман 2000 – *Родоман Б.Б.* Перспективы эволюции федеральных округов // Российские регионы и центр: взаимодействие в экономическом пространстве. М.: Ин-т географии РАН, 2000. С. 36–41.
- Чистобаев, Красовская, Скатерщиков 2010 – *Чистобаев А.И., Красовская О.В., Скатерщиков С.В.* Территориальное планирование на уровне субъектов России. СПб.: Изд-во СПбГУ, НПИ «ЭНКО»; Изд. дом «Инкери», 2010. 260 с.
- Andersen 2002 – *Andersen A.K.* Are commuting areas relevant for the delimitation of administrative regions in Denmark? // *Regional Studies*. 2002. Vol. 36. P. 833–844.

- Ball 1980 – *Ball R.M.* The use and definition of travel-to-work areas in Great Britain: Some problems // *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*. 1980. Vol. 14 (2). P. 125–139.
- Breiman 2001 – *Breiman L.* Random Forests // *Machine Learning*. 2001. Vol. 45 (1). P. 5–32.
- Brown, Holmes 1971 – *Brown L.A., Holmes J.* The delimitation of functional regions, nodal regions, and hierarchies by functional distance approaches // *Journal of Regional Science*. 1971. Vol. 11. P. 57–72.
- Casado-Diaz 2000 – *Casado-Diaz J.M.* Local labour market areas in Spain: A case study // *Regional Studies*. 2000. Vol. 34. P. 843–856.
- Coombes 1986 – *Coombes M.G., Green A.E., Openshaw S.* An efficient algorithm to generate official statistical reporting areas: The case of the 1984 travel-to-work-areas revision in Britain // *Journal of the Operational Research Society*. 1986. Vol. 37. P. 943–953.
- Cörvers et al. 2009 – *Cörvers F., Hensen M., Bongaerts D.* Delimitation and coherence of functional and administrative regions // *Regional Studies*. 2009. Vol. 43. P. 19–31.
- Drobne, Bogataj 2012 – *Drobne S., Bogataj M.* Evaluating functional regions // *Croatian Operational Research Review (CRORR)*. 2012. Vol. 3. P. 14–26.
- Drobne et al. 2010 – *Drobne S., Konjar M., Lisec A.* Delimitation of functional regions of Slovenia based on labour market analysis // *Geod. vestn.* 2010. Vol. 54. P. 481–500.
- Erlebach et al. 2016 – *Erlebach M., Tomáš, V., Tonev P.* A functional interaction approach to the definition of meso regions: The case of the Czech Republic // *Moravian geographical reports*. 2016. Vol. 24 (2). P. 37–46.
- Farmer 2009 – *Farmer C.J.Q.* Data driven functional regions // *Geocomputation*. Sydney: University of New South Wale, 2009.
- Farmer, Fotheringham 2011 – *Farmer C.J.Q., Fotheringham, A.S.* Network-based functional regions // *Environment and Planning A*. 2011. Vol. 43. P. 2723–2741.
- Florez-Revuelta 2008 – *Florez-Revuelta F., Casado-Diaz J., Martinez-Bernabeu L.* An evolutionary approach to the delineation of functional areas based on travel-to-work flows // *International Journal of Automation and Computing*. 2008. Vol. 5. P. 10–21.
- Halas et al. 2017 – *Halas M., Klapka P., Bacik V., Klobucnik M.* The spatial equity principle in the administrative division of the Central European countries // *PLoS ONE*. 2017. Vol. 12. Issue 11. P. 1–18.
- Karlsson, Olsson 2006 – *Karlsson C., Olsson M.* The identification of functional regions: theory, methods, and applications // *Ann Reg Sci*. 2006. Vol. 40. P. 1–18.
- Karlsson, Olsson 2006 – *Karlsson C., Olsson M.* The identification of functional regions: theory, methods, and applications // *Ann Reg Sci*. 2006. Vol. 40. P. 1–18.
- Klapka et al. 2016 – *Klapka P., Halás M., Netrdová P., Nosek V.* The efficiency of areal units in spatial analysis: Assessing the performance of functional and administrative regions // *Moravian Geographical Reports*. 2016. Vol. 24. Issue 2. P. 47–59.
- Konjar 2010 – *Konjar M., Lisec A., Drobne S.* Methods for delineation of functional regions using data on commuters // *Geospatial thinking: proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*. Guimarães, Portugal. 2010. P. 1–10.

- Laan, Schalke 2001 – *Laan L.V.D., Schalke R.* Reality versus policy: The delineation and testing of local labour market and spatial policy areas // *European Planning Studies*. 2001. Vol. 9. P. 201–221.
- Masser, Brown 1975 – *Masser I., Brown P.J.B.* Hierarchical aggregation procedures for interaction data // *Environment and Planning A*. 1975. Vol. 7. P. 509–523.
- Masser, Brown 1977 – *Masser I., Brown P.J.B.* Spatial representation and spatial interaction // *Papers of the Regional Science Association*. 1977. Vol. 38. P. 71–92.
- Masser, Scheurwater 1980 – *Masser I., Scheurwater J.* Functional regionalisation of spatial interaction data: an evaluation of some suggested strategies // *Environment and Planning A*. 1980. Vol. 12. P. 1357–1382.
- Slater 1976 – *Slater P.B.* Hierarchical Internal Migration Regions of France // *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.* 1976. Vol. 6. P. 321–324.
- Smart 1974 – *Smart M.W.* Labour market areas: Uses and definition // *Progress in Planning*. 1974. Vol. 2. P. 239–353.

References

- Berchenko, N.G. and Drahun, M.P. (2019), “Criteria and factors of the difficult economic situation of the administrative-territorial units in the Republic of Belarus”, *Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie: sb. nauch. tr.* [Economics, modeling, forecasting, Coll. of sci. works], NIEI Min-va ekonomiki Resp. Belarus, Minsk, Belarus, vol. 13, pp. 22–32.
- Elizarov, S.A. (2009), *Formirovanie i funktsionirovanie sistemy administrativno-territorial'nogo deleniya BSSR (1919–1991)* [Formation and functioning of the system of administrative-territorial division of the BSSR (1919–1991)], Gomel, Belarus.
- Lis, A.G. (1972), *Problemy razvitiya i razmeshcheniya proizvoditel'nykh sil Belorussii* [Issues of development and distribution of the productive forces of Belarus], Mysl, Moscow, Russia.
- Rodoman, B.B. (2000), “Prospects for the evolution of federal districts. Russian regions and the centre. Interaction in the economic space”, *Rossiiskie regiony i tsentr: vzaimodeistvie v ekonomicheskom prostranstve*, Institut geografii RAN, Moscow, Russia, pp. 36–41.
- Chistobaev, A.I., Krasovskaya, O.V. and Skatershchikov, S.V. (2010). *Territorial'noe planirovanie na urovne sub'ektov Rossii* [Territorial planning at the level of constituent entities of Russia], Izdatel'skii dom “Inkeri”, Saint Petersburg, Russia.
- Andersen, A.K. (2002), “Are commuting areas relevant for the delimitation of administrative regions in Denmark?”, *Regional Studies*, vol. 36, pp. 833–844.
- Ball, R.M. (1980), “The use and definition of travel-to-work areas in Great Britain: Some problems”, *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*, vol. 14 (2), pp. 125–139.
- Breiman, L. (2001), “Random Forests”, *Machine Learning*, vol. 45 (1), pp. 5–32.
- Brown, L.A. and Holmes, J. (1971), “The delimitation of functional regions, nodal regions, and hierarchies by functional distance approaches”, *Journal of Regional Science*, vol. 11, pp. 57–72.
- Casado-Diaz, J.M. (2000), “Local labour market areas in Spain: A case study”, *Regional Studies*, vol. 34, pp. 843–856.

- Coombes, M.G., Green, A.E. and Openshaw, S. (1986), "An efficient algorithm to generate official statistical reporting areas: The case of the 1984 travel-to-work-areas revision in Britain", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 37, pp. 943–953.
- Cörvers, F., Hensen, M., and Bongaerts, D. (2009), "Delimitation and coherence of functional and administrative regions", *Regional Studies*, vol. 43, pp. 19–31.
- Drobne, S. and Bogataj, M. (2012), "Evaluating functional regions", *Croatian Operational Research Review (CRORR)*, vol. 3, pp. 14–26.
- Drobne, S., Konjar, M. and Lisec, A. (2010), "Delimitation of functional regions of Slovenia based on labour market analysis", *Geod. vestn.*, vol. 54, pp. 481–500.
- Erlebach, M., Tomáš, V. and Tonev, P. (2016), "A functional interaction approach to the definition of meso regions: The case of the Czech Republic", *Moravian geographical reports*, vol. 24 (2), pp. 37–46.
- Farmer, C.J.Q. (2009), "Data driven functional regions", *Geocomputation*, University of New South Wales, Sydney.
- Florez-Revuelta, F., Casado-Diaz, J. and Martinez-Bernabeu, L. (2008), "An evolutionary approach to the delineation of functional areas based on travel-to-work flows", *International Journal of Automation and Computing*, vol. 5, pp. 10–21.
- Farmer, C.J.Q. and Fotheringham, A.S. (2011), "Network-based functional regions", *Environment and Planning A*, vol. 43, pp. 2723–2741.
- Halas, M., Klapka, P., Bacik, V. and Klobucnik, M. (2017), The spatial equity principle in the administrative division of the Central European countries, *PLoS ONE*, vol. 12, iss. 11, pp. 1–18.
- Karlsson, C. and Olsson, M. (2006), "The identification of functional regions: theory, methods, and applications", *Ann Reg Sci*, vol. 40, pp. 1–18.
- Klapka, P., Halás, M., Netrdová, P. and Nosek, V. (2016), "The efficiency of areal units in spatial analysis: Assessing the performance of functional and administrative regions", *Moravian Geographical Reports*, vol. 24, iss. 2, pp. 47–59.
- Konjar, M., Lisec, A. and Drobne, S. (2010), "Methods for delineation of functional regions using data on commuters", *Geospatial thinking, proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, Guimarães, Portugal, pp. 1–10.
- Laan, L.V.D. and Schalke, R. (2001), "Reality versus policy: The delineation and testing of local labour market and spatial policy areas", *European Planning Studies*, vol. 9, pp. 201–221.
- Masser, I. and Brown, P.J.B. (1975), "Hierarchical aggregation procedures for interaction data", *Environment and Planning A*, vol. 7, pp. 509–523.
- Masser, I. and Brown, P.J.B. (1977), "Spatial representation and spatial interaction", *Papers of the Regional Science Association*, vol. 38, pp. 71–92.
- Masser, I. and Scheurwater, J. (1980), "Functional regionalisation of spatial interaction data: an evaluation of some suggested strategies", *Environment and Planning A*, vol. 12, pp. 1357–1382.
- Slater, P.B. (1976), "Hierarchical Internal Migration Regions of France", *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, vol. 6, pp. 321–324.
- Smart, M. W. (1974), "Labour market areas: Uses and definition", *Progress in Planning*, vol. 2, pp. 239–353.

Информация об авторах

Николай П. Драгун, кандидат экономических наук, доцент, Белорусско-Российский университет, Могилев, Республика Беларусь; 212000, Республика Беларусь, Могилев, пр. Мира, д. 43; dragunnp@gmail.com

Ирина В. Ивановская, кандидат экономических наук, доцент, Белорусско-Российский университет, Могилев, Республика Беларусь; 212000, Республика Беларусь, Могилев, пр. Мира, д. 43; ivanovskayaiv@gmail.com

Information about the authors

Mikalai P. Drahun, Cand. of Sci. (Economics), associate professor, Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus; bld. 43, Mira Avenue, Mogilev, Republic of Belarus, 212000; dragunnp@gmail.com

Iryna V. Ivanouskaya, Cand. of Sci. (Economics), associate professor, Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus; bld. 43, Mira Avenue Mogilev, Republic of Belarus, 212000; ivanovskayaiv@gmail.com