

УДК 330.4

DOI 10.51691/2500-3666\_2023\_10\_8

***КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ***

***Ряattel А.В.***

*к.ф.-м.н., доцент,*

*Вятский государственный университет,*

*Киров, Россия*

***Абрамовских П.А.***

*студент,*

*Вятский государственный университет,*

*Киров, Россия*

**Аннотация**

Целью работы является кластеризация субъектов РФ по ряду показателей развития радиоэлектронной промышленности. В результате исследования выработана типология регионов, состоящая из пяти групп. Каждый кластер получил содержательную интерпретацию.

**Ключевые слова:** радиоэлектронная промышленность, субъект РФ, кластеризация, метод  $k$ -средних.

***CLUSTER APPROACH TO ASSESSING DEVELOPMENT INDICATORS OF  
THE RADIO-ELECTRONICS INDUSTRY IN RUSSIA***

***Ryattel A.V.***

*Ph.D., Associate Professor,*

*Vyatka State University,*

*Kirov, Russia*

***Abramovskikh P.A.***

*student,*

*Vyatka State University,*

*Kirov, Russia*

### **Abstract**

The goal of the work is to cluster the constituent entities of the Russian Federation according to a number of indicators of the development of the radio-electronic industry. As a result of the study, a typology of regions consisting of five groups was developed. Each cluster received a meaningful interpretation.

**Key words:** radio-electronic industry, subject of the Russian Federation, clustering, k-means method.

В связи с введенными отдельными странами и международными организациями санкциями в отношении России, падением цен на нефть и девальвацией рубля обострились проблемы экономической безопасности РФ [1]. Радиоэлектронная промышленность является одной из стратегических отраслей в нашей стране, поскольку во многом определяет не только экономическую, технологическую, но и военную и информационную безопасность страны [2].

В структуре оборонно-промышленного комплекса РФ радиоэлектронная промышленность занимает одно из ведущих мест. В настоящее время остро стоит необходимость изучения экономических предпосылок развития отраслей, разработок мероприятий по импортозамещению западных компонентов на российские аналоги, что позволит развивать, в том числе инновационную деятельность предприятий [3].

Кластеризация различных систем сопряжена с трудностями получения исходной информации. С целью обеспечения верификации результатов полученных оценок к числу показателей, характеризующих радиоэлектронную Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

промышленность, были отнесены следующие показатели 2020 года, находящихся в открытом и свободном доступе [4]:

- закупки компонентов, в % (при этом 100% означает полную оснащенность всеми видами компонентов: резисторы, конденсаторы, микросхемы, транзисторы и пр. на год; меньший процент означает отсутствие полной оснащенности по некоторым видам комплектующих);

- выполнение государственных контрактов, в % (при этом 100% характеризует полное выполнение государственного заказа на год в сфере производства изделий, в состав которых входит радиоэлектронные или микроэлектронные комплектующие; меньший процент означает невыполнение государственного заказа, который был поставлен в начале года);

- импортозамещения, в % (при этом 100% характеризует полное импортозамещение отечественной радиоэлектроники в региональных закупках за предыдущий год; при этом меньший процент показывает частичное использование иностранных компонентов в изделиях радиоэлектронной промышленности за прошедший год);

- количество бюджетных мест в вузах по направлениям подготовки «Радиотехника», «Радиоэлектроника», «Схемотехника», «Электроника», «Микроволновая техника», «Микропроцессорная техника», «Электронные технологии наземного и космического назначения», в чел.;

- внутренние затраты на исследования и разработки (руб.).

Анализ проводился по 57 субъектам Российской Федерации при помощи процедуры кластеризации с использованием среды R.

Поскольку исходные данные содержат переменные в разных масштабах, предварительно каждая исходная переменная в наборе данных была промасштабирована, чтобы иметь среднее значение 0 и стандартное отклонение 1.

Для определения оптимального количества кластеров был использован график «каменистой осыпи» и статистика разрывов. График количества кластеров по сравнению с общей суммой квадратов представлен на рисунке 1.

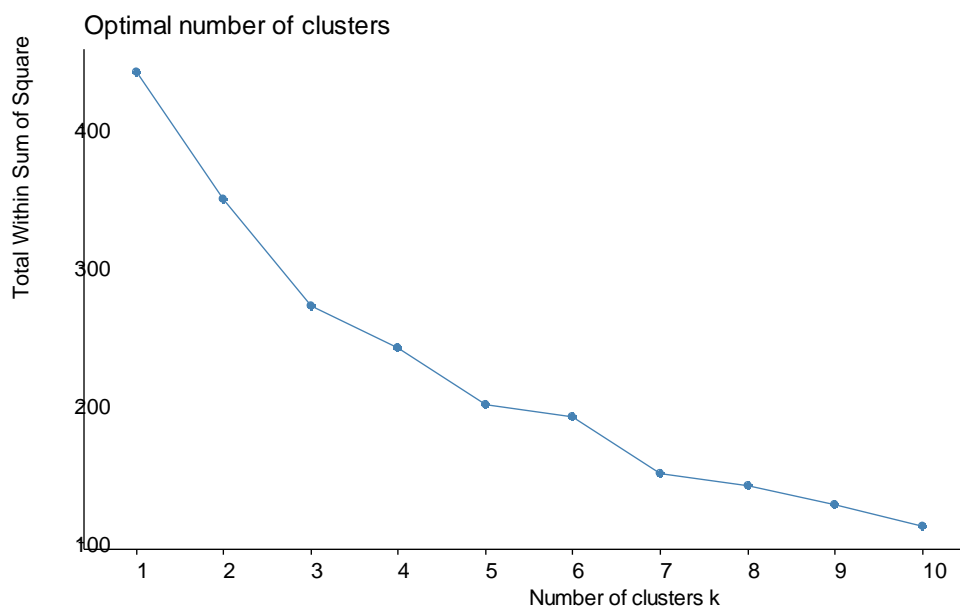


Рисунок 1 – График количества кластеров по сравнению с общей суммой квадратов

Для определения оптимального количества кластеров была использована также статистика разрывов, которая сравнивает общую внутрикластерную вариацию для разных значений  $k$  с их ожидаемыми значениями для распределения без кластеризации.

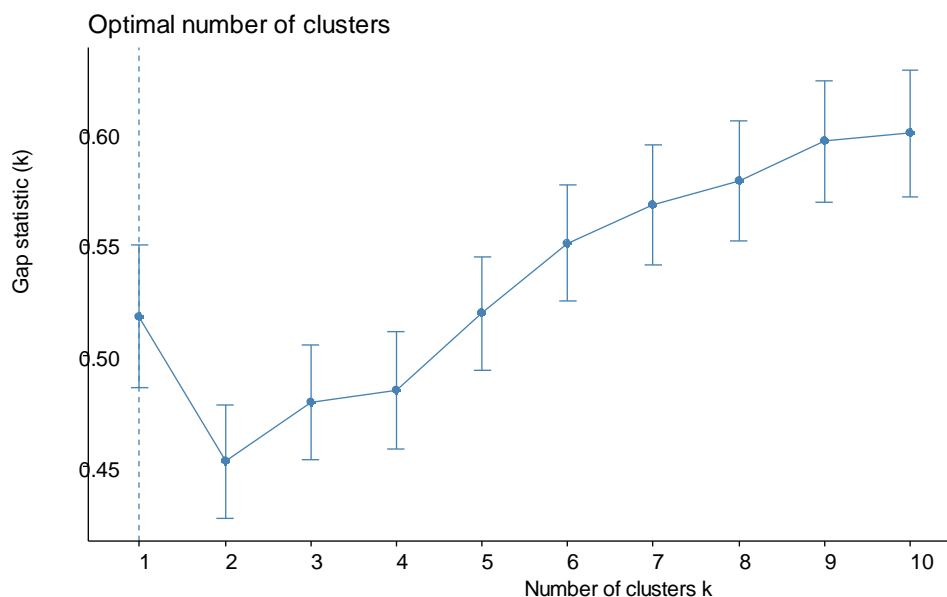


Рисунок 2 – График статистик разрыва для различного количества кластеров

Из рисунков 1 и 2 видно, что оптимальным количеством кластеров является  $k=5$ .

Для разбиения совокупности субъектов на группы был применен метод  $k$ -средних ( $k$ -means) [5]. Означенный метод относится к группе итеративных методов кластерного анализа. Одной из отличительных характеристик указанного класса методов является то, что процесс разбиения на кластеры начинается с задания определенных начальных условий, в том числе и количества классов, определенных ранее. В дальнейшей работе алгоритма предполагается, что происходит выбор центров кластеров; далее к последним, используя принцип наименьшего расстояния, добавляются остальные объекты. В построенных классах элементов вычисляются средние значения, выполняющие на следующем шаге работы алгоритма роль новых центров.

Подобные шаги осуществляются до тех пор, пока координаты центров кластеров перестанут изменяться. Действие итераций основано на уменьшении суммарного квадратичного отклонения элементов кластеров от центров этих кластеров (1):

$$\sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $k$  – число кластеров;

$S_i$  – образованные кластеры ( $i= 1, 2, \dots, k$ );

$\mu_i$  – центры масс всех  $x$  из соответствующего кластера  $S_i$ .

Применение метода  $k$ -средних позволило выделить 5 кластеров, по которым распределились исследуемые регионы РФ, исходя из общей схожести картины по исследуемым факторам.

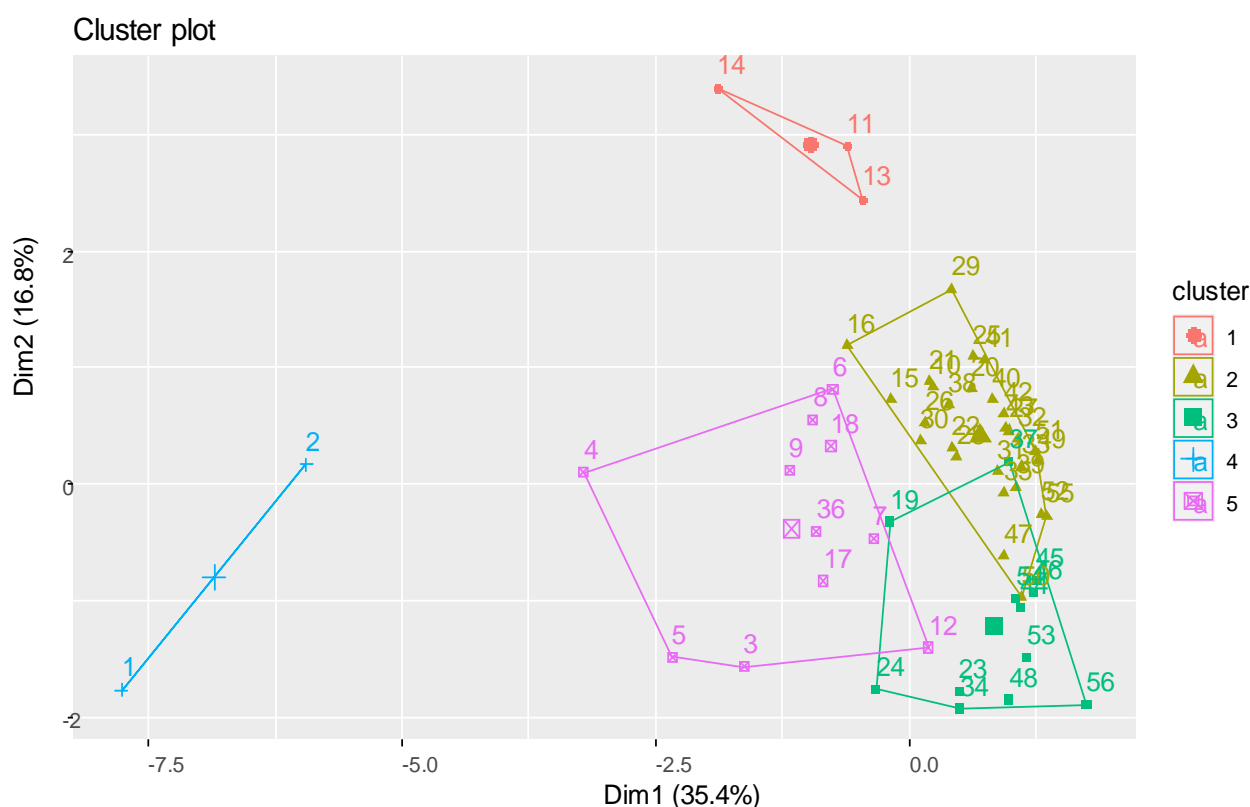


Рисунок 3 – Распределение регионов по кластерам

Распределение субъектов РФ по кластерам приведено в следующей таблице (таб. 1).

Таблица 1 – Распределение субъектов РФ по кластерам

Номер кластера	Наименование субъектов РФ, включенных в кластер	Итого субъектов в кластере	Численное распределение субъектов РФ по кластерам, %
1	Томская область, Тюменская область, Воронежская область	3	5,26
2	Саратовская область, Ростовская область, Рязанская область, Липецкая область, Омская область, Тульская область, Калужская область, Ярославская область, Брянская область, Алтайский край, Чувашская Республика, Волгоградская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Саха (Якутия), Архангельская область, Владимирская область, Кировская область, Камчатский край, Сахалинская область, Пермский край, Курская область, Тверская область, Иркутская область, Новгородская область, Республика Крым, Амурская область, Смоленская область, Республика Бурятия	28	49,12
3	Ленинградская область, Новосибирская область, Ставропольский край, Калининградская область, Костромская область, Кемеровская область, Республика Коми, Республика Карелия, Астраханская область, Пензенская область, Вологодская область, Белгородская область	12	21,05
4	г. Москва, г. Санкт-Петербург	2	3,51
5	Республика Татарстан, Нижегородская область, Московская область, Самарская область, Пермский край, Ульяновская область, Свердловская область, Республика Башкортостан, Челябинская область, Красноярский край, Ханты-Мансийский автономный округ	11	19,3

Источник: составлено автором

Интерпретация результатов кластерного анализа позволяет нам сделать следующие выводы.

Полученные кластеры значительно различаются по размеру. Самый маленький четвертый кластер включает всего 2 субъекта – город Москву и город Санкт-Петербург, что объясняется уникальным положением данных субъектов среди остальных субъектов РФ по показателям, положенным в основу кластеризации. Указанные города являются ведущими в сфере технических разработок, исследований, где государство в большем объеме вкладывает свои ресурсы для поддержания высокого уровня исследований и обучения специалистов.

Самый большой по численности регионов второй кластер включает в себя 28 региона с общей численностью рабочей силы 49,12 % от всей совокупности. Эти регионы имеют средние показатели по всем показателям и значительно отстают от субъектов первого и четвертого кластеров, однако на их территориях имеется крупные заводы, объем импортозамещающей продукции непрерывно растет.

В первый кластер вошли регионы с одними из самых больших показателей по параметрам закупок комплектующих, выполнением государственных контрактов и импортозамещения. Большая часть передовых разработок в области микроэлектроники создается и разрабатывается именно здесь, поскольку именно в этих регионах функционируют учебные заведения, обучающие узких специалистов в области микроэлектроники и схемотехники.

Третий и пятый кластеры сходны друг другу, что указывает на то, что в большинстве субъектов РФ складываются благоприятные условия, влияющие на уровень импортозамещения, обучения новых кадров в вузах, денежных затрат на исследование и разработки в сфере радиоэлектроники. В данных регионах осуществляется регулирование системы бюджетирования учебных заведений с учетом региональных поправок. Между субъектами кластеров имеется следующая общность: невысокий уровень социально-экономического развития региона, высокий уровень безработицы и низкий уровень устройства на работу после окончания учебного заведения по полученной специальности. Однако Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666



субъекты РФ, входящие в пятый кластер, различаются по внутренним затратам на исследования и разработки, а также в этих регионах больше выделяется бюджетных мест на обучение по специальностям радиоэлектроники. В третьем же кластере выше уровень закупок компонентов и уровень импортозамещения, но при этом ниже процент выполнения государственных заказов.

## **Заключение**

Результаты проведенного исследования показали, что в регионах РФ имеются различные особенности развития радиоэлектронной промышленности. Перспективы дальнейшего использования полученных результатов предполагают детальное изучение выделенных кластеров и выработку для каждого из них стратегических направлений развития.

## **Библиографический список**

1. Сайиян К.В. Экономическая безопасность России в условиях международных санкций / К.В. Сайиян, Т.А. Асон // Экономическая безопасность. – 2021. – Том 4. – № 1. – С. 31-42.
2. Басманова А.В. Экономические предпосылки развития радиоэлектронной отрасли в современной России / А.В. Басманова, И.Е. Медушевская // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. – 2016. – №1 (4). – С. 95- 104.
3. Лантер Н.Н. От импортозамещения к инновационному развитию экономики РФ / Н.Н. Лантер // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2022. – №17-2. – С. 114-117.
4. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 01.10.2023).
5. Steinhaus H. Sur la division des corps materiels en parties / H. Steinhaus // Bull. Acad. Polon. Sci. – 1956. – P.801-804.

6. Бойко Н.А. Обзор регионов России посредством иерархического метода кластерного анализа и данных об институциональной инфраструктуре / Н.А. Бойко, Э.Ш. Сибукаев // Современная наука и инновации. – 2021. – № 3. – с. 188-200.
7. Рейтинг развития радиоэлектронной промышленности по регионам – 2020 [Электронный ресурс] – URL: <https://riarating.ru/regions/20210531/630201367.html> (дата обращения: 11.09.2023).
8. Покровский И. Развитие радиоэлектронной промышленности России: взгляд аналитика/ И. Покровский // Живая электроника России: отраслевой деловой ежегодник. – 2020. – С. 4-9.
9. Приказ Министерства промышленности и энергетики РФ от 7 августа 2007 г. № 311 «Об утверждении Стратегии развития электронной промышленности России на период до 2025 года».

*Оригинальность 75%*