

- search: F Real Estate, Event and Tourism Management – 2019. – Volume 19 Issue 1 Version 1.0 – P. 6–15. – URL : https://globaljournals.org/GJMBR_Volume19/2-The-Study-of-the-Trolley-Buses.pdf.
3. Average Vehicle Occupancy Factors for Computing Travel Time. – URL : https://www.fhwa.dot.gov/tpm/guidance/avo_factors.pdf.
 4. Caio, Ponte. Traveling heterogeneity in public transportation / Caio Ponte, Hygor Piaget M. Melo, Carlos Caminha, Jos S. Andrade Jr., Vasco Furtado. – URL : <https://epjdatascience.springeropen.com/articles/10.1140/epjds/s13688-018-0172-6>.
 5. Adra, N. Analysis of the load factor and the empty running rate for road transport. Artemis - assessment and reliability of transport emission models and inventory systems. Rapport de recherché / N. Adra, J. L. Michaux, Michel Andre. – 2004. – 31 p. – URL : https://www.researchgate.net/publication/277183200_Analysis_of_the_load_factor_and_the_empty_running_rate_for_road_transport_Artemis_-_assessment_and_reliability_of_transport_emission_models_and_inventory_systems.
 6. Statistica 13.3. Computer program. Serial number JRR709H998119TE-A.

26.02.2020

AZEMSHA S. A., GRISHCHENKO T. V., YASINSKY O. O. Study of bus filling in urban passenger transport in the City of Svetlogorsk

The degree of use of passenger vehicle capacity is an indicator affecting the economic component of the carrier's work, as well as the comfort of the trip. In order to improve the economic efficiency of the carrier, efforts should be made to maximize capacity utilization. However, this will reduce the comfort of the trip, and therefore the quality of the service provided. Therefore, decisions to optimize the capacity utilization of buses (trolleybuses) are trade-offs and should be supported by appropriate justifications, which can be based only on knowledge of the existing values of the criteria for assessing the capacity utilization of passenger vehicles.

338.2: 681.3

“ ” “ ” “ ” “ ”

()

Введение. В промышленности, питании, спорте и многих других областях деятельности общества часто приходится решать задачу отслеживания хода совершенствования объекта или процесса относительно заданных нормативов (требования к будущему изделию, нормы готовности к применению одобренной системы питания и т. п.) Во всех странах мира сейчас наиболее актуальным становятся вопросы продовольственной безопасности и рационального питания [1–5]. Установление рекомендуемых норм потребления пищевых продуктов является сложным процессом, в котором требуется участие ученых из всех областей науки (медицины, микробиологии, политологии, экономики, биофизики и многих других). В Беларуси и России приняты Доктрины продовольственной безопасности этих стран [2, 3]. В Беларуси Доктрина по продовольственной безопасности страны содержит целевое поручение национальной академии наук выполнять её мониторинг, в России издан приказ, регламентирующий нормы потребления продуктов в год на душу населения [5]. Удобным методом для целей их мониторинга является метод радарных диаграмм, так как площадь диаграммы характеризует весь рассматриваемый объект с комплексным учётом всех основных его показателей. Достигнутое увеличение площади характеризует приближение объекта к заданному нормативу.

Общая структура одного из возможных алгоритмов. Оценку состояния дел в различных странах относительно норм питания, рекомендуемых их медицинскими службами, можно выполнить с помощью радарных диаграмм. Особенность метода радарных диаграмм заключается в подходящем выборе образца для группы сравниваемых объектов, чтобы на его основе провести нормирование изучаемого множества однородных объектов по фиксированной пользователем группе показателей в отдельных случаях с указанием их веса () и выделением из них прогрессивных и регрессивных.

Обычно предлагается использовать идеальную модель несуществующего объекта из имеющихся образцовых (лучших) доступных данных.

Показатели для построения радарных диаграмм часто состоят из двух типов: прогрессивных (чем больше, тем лучше) и регрессивных (чем меньше, тем лучше), отражающих существенные стороны

для решения поставленных задач. Смысл их нормирования состоит в переходе к безразмерным показателям диаграмм относительно хорошего образца и переводу значений всех показателей в интервал от 0 до 1, что позволяет строить диаграмму в виде многоугольника, вписанного в круг единичного радиуса, и выбирать размер единичного радиуса в соответствии с обеспечением наглядности диаграммы. Она строится для конкретного объекта так: на единичных радиусах, исходящих из центра круга под заданными углами относительно первого радиуса, по всем нормированным радиусам откладываются их значения для избранного объекта, эти точки соединяются отрезками в порядке следования радиусов, и получают многоугольник, площадь которого характеризует данный объект.

Все объекты, как уже отмечалось выше, можно отобразить разными цветами на одном чертеже либо линиями одного цвета, но разных типов (толщина, пунктир и т. п.). Наибольшей трудностью является определение весов признаков, так как они определяются экспертами. Сами виды признаков, характеризующие объекты, как правило, определяются пользователями, исходя из требований исследования. Нормированная матрица из признаков объектов является основой построения диаграммы. Каждому объекту соответствует своя строка признаков, которые перечисляются в заданном порядке. Угол между радиусами вычисляется по формуле:

$$i = 2\pi p_i, \tag{1}$$

где $\pi = 3,14$, p_i – вес признака.

На практике используются два вида радарных диаграмм: равноугольные (при равных весах признаков n все углы равны ($i = 2\pi/n$)) и разноугольные ($i = 2\pi p_i$).

Если через ij обозначим нормированный признак j объекта i в нормированной матрице, то получим следующую формулу (1) для расчёта площадей i соответствующих диаграмм для объектов i :

$$i = 0,5 \cdot (\sin(2\pi p_1) \cdot i_{i1} \cdot i_{i2} + \sin(2\pi p_2) \cdot i_{i2} \cdot i_{i3} + \dots + \sin(2\pi p_n) \cdot i_{in} \cdot c_{i1}). \tag{2}$$

Матюшков Леонид Петрович, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий Брестского государственного технического университета.

Муравьев Геннадий Леонидович, к. т. н., доцент, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Пилипчук И. В., магистр, старший преподаватель Брестского государственного университета им. А. С. Пушкина.

Беларусь, БрГУ им. А. С. Пушкина, 224016, г. Брест, б-р Космонавтов, 21.

Особенность метода радарных диаграмм заключается в подходе выбору образца для группы сравниваемых объектов, чтобы на его основе провести нормирование изучаемого множества однородных объектов по фиксированной заказчиком группе показателей в отдельных случаях с указанием их веса () и выделением из них прогрессивных и регрессивных.

Чтобы стандартизировать и облегчить эту работу, предлагается использовать идеальную модель несуществующего объекта из имеющихся данных (лучшие показатели).

Основные этапы укрупнённого алгоритма:

- 1) указание границ возможных колебаний параметров исследуемых объектов;
- 2) выбор наименований показателей;
- 3) определение возможного круга объектов, исходя из целей исследования;
- 4) выбор идеальных показателей;
- 5) нормирование всех показателей исследуемых объектов;
- 6) построение многоугольников для каждой диаграммы на одном чертеже (этот этап часто может опускаться);
- 7) вычисление площади диаграммы для каждого объекта;
- 8) анализ результатов.

Проиллюстрируем возможную реализацию алгоритма на конкретном примере для нашего случая.

Пример реализации алгоритма. Главное назначение метода – дать сравнительный анализ процессов или объектов по комплексу признаков.

В нашем случае для нормирования показателей рекомендуется строить идеальный объект, имеющий показатели, предоставленные заказчиком в виде некоего стандарта по каждому из численных значений всех признаков. Они принимаются за базовые для сравнения изучаемых объектов. Таким образом, решение всегда существует и легко находимо.

Каждый нормированный радиус соответствует признаку j объекта i и определяется по j и по аналогичным признакам других объектов так: из всей совокупности этих признаков выбирается лучший для всех объектов. Тогда его нормированный показатель C_{ij} равен значению дроби от деления на максимальный показатель из всех признаков по данному радиусу или дроби от деления минимального показателя из всех признаков по данному радиусу. Нормирование несёт очень важную функцию, которая позволяет все показатели представить в безразмерной форме, что даёт возможность охарактеризовать каждый объект одним числом, отказавшись от несравнимости разноимённых физических характеристик (метров, секунд и т. п.). Радарная диаграмма для изучаемого объекта получится так, если по радиусам отложить его нормированные признаки и последовательно соединить эти точки отрезками, то получится многоугольник, площадь которого будет характеризовать объект. Чтобы отличить объекты их можно начертить линиями разного цвета или линиями в различном исполнении (штрихами, пунктиром, линиями разной толщины). Тогда площадь i будет базовой величиной для сравнения его с другими объектами. Она может рассчитываться и по общей формуле для обоих типов диаграмм):

$$i = 0,5(c_{i1} \cdot c_{i2} \cdot \sin \alpha_1 + c_{i2} \cdot c_{i3} \cdot \sin \alpha_2 + \dots + c_{in} \cdot c_{i1} \cdot \sin \alpha_n) . \quad (3)$$

Её значение может использоваться при рейтинговой оценке руководителей, качества изделий, прогресса в совершенствовании объектов и т. п.

Подготовка данных состоит из следующих этапов: ЛПР и/или его экспертами определяются основные признаки, характеризующие объект, даются весовые оценки каждого признака (обычно от 0,05 до 0,5 с общей суммой, равной 1), находят нормированные показатели и вычисляются площади i .

С этого момента можно перейти к решению поставленной задачи.

Пусть требуется из 6 объектов (страны Европы) выбрать одну из стран при заданном образце или провести их классификацию по заданному показателю.

ЛПР считает, что нужно учесть следующие 8 показателей из СПИСКА 1, за основу которого взять перечень из статьи [1].

Эту часть работы можно выполнить, опираясь, например, на технические данные в руководствах по описанию объектов, а значение их весов определяет ЛПР с экспертами, так как веса могут сильно зависеть от требований к объекту. Их веса в нашем случае будут равными, так как все продукты надо потреблять для сбалансированного питания, т. е. любое $i = 2\pi/n$ (n – количество показателей).

Кроме того, эксперты или ЛПР определяют, что показатели являются прогрессивными (получаются от деления на нормативный, когда они меньше его), остальные – регрессивными (получаются от деления нормативного показателя на соответствующий больший его показатель объекта), при равенстве соответствующих показателей объектов получается нейтральный показатель, который равен 1.

В первом случае прогрессивность показывает необходимость роста, во втором случае – необходимость убывания значения показателя объекта, а в третьем случае показатель не меняется, вся эта информация используется при совершенствовании объекта. Тогда все углы равны $i = 2\pi/8$. Для упрощения машинных вычислений обычно удобнее значения признаков представлять в матричной форме, когда каждому объекту соответствует своя строка данных (каждый её элемент – значение соответствующего нормированного признака). Поэтому нормированные признаки c_{ij} (по j для всех i) представим в виде матрицы (C_{ij}) , элементы которой получаются для каждого объекта. Матрица получается с помощью следующей информации:

- количество показателей (8), которые названы далее в списке 1;
- количество стран (6);
- численные значения показателей по странам и нормативам (см. таблицу 1);
- получение нормированной матрицы (), опираясь на таблицу 1 (см. таблицу 2);
- вычисление площадей всех диаграмм (см. список 2);
- расчёты площадей радарных диаграмм по формуле (4), полученной из формулы (1) для нашего случая.

$$i = 0,5 \sin 2\pi / 8 \cdot (c_{i1} \cdot c_{i2} + c_{i2} \cdot c_{i3} + \dots + c_{in} \cdot c_{i1}) . \quad (4)$$

После этого проводим анализ результатов, чтобы ответить на поставленные вопросы.

Представление данных.

Список 1. Наименование показателей с их цифровым обозначением [1]

1. Мясо и мясопродукты.
2. Молоко и молокопродукты.
3. Сахар.
4. Растительное масло.
5. Картофель.
6. Овощи и бахчевые.
7. Фрукты и ягоды.
8. Хлебобудничные.

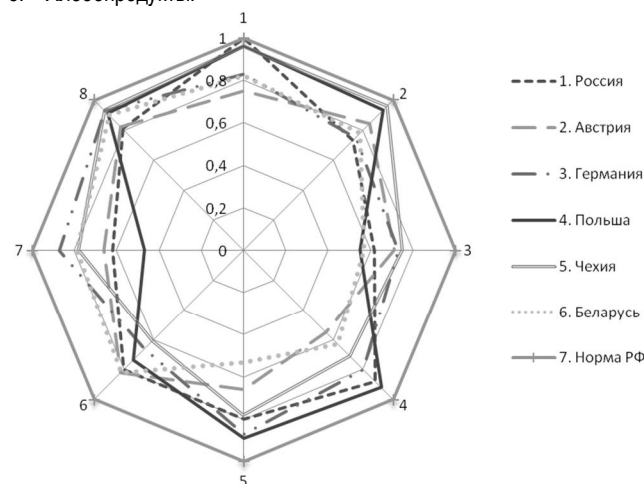


Рисунок 1 – Радарная диаграмма по норме Российской Федерации

Таблица 1 – Численные значения показателей по странам и образцам [1], [2], [4].

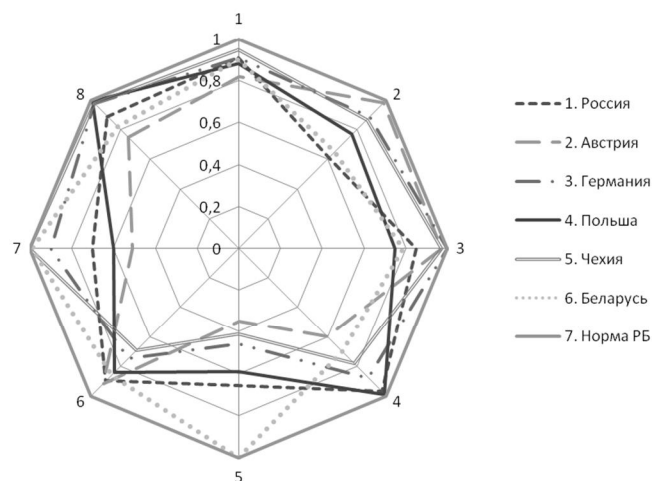
| Страна | Численные значения показателей в кг на душу населения в год по номерам | | | | | | | |
|--------------|--|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1.Россия | 73 | 239 | 39 | 13,6 | 112 | 111 | 62 | 118 |
| 2.Австрия | 98 | 386 | 34 | 22 | 59 | 115 | 152 | 79 |
| 3.Германия | 88 | 436 | 33 | 15 | 78 | 93 | 87 | 103 |
| 4.Польша | 70 | 303 | 44 | 13 | 101 | 104 | 47 | 106 |
| 5.Чехия | 76 | 340 | 32 | 17 | 70 | 86 | 78 | 103 |
| 6.Беларусь | 89 | 254 | 42 | 19 | 170 | 145 | 79 | 86 |
| Норма РФ [5] | 73 | 325 | 24 | 12 | 90 | 140 | 100 | 96 |
| Норма РБ [3] | 80 | 393 | 33 | 13,2 | 170 | 124 | 78 | 105 |

Таблица 2 – Нормированная матрица по норме Российской Федерации

| Страна | Численные значения нормированных показателей | | | | | | | |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1.Россия | 1 | 0,73 | 0,62 | 0,88 | 0,8 | 0,8 | 0,62 | 0,81 |
| 2.Австрия | 0,75 | 0,84 | 0,71 | 0,55 | 0,66 | 0,82 | 0,66 | 0,82 |
| 3.Германия | 0,83 | 0,75 | 0,73 | 0,8 | 0,87 | 0,66 | 0,87 | 0,93 |
| 4.Польша | 0,96 | 0,93 | 0,55 | 0,92 | 0,89 | 0,74 | 0,47 | 0,91 |
| 5.Чехия | 0,96 | 0,96 | 0,75 | 0,71 | 0,78 | 0,61 | 0,78 | 0,93 |
| 6.Беларусь | 0,82 | 0,78 | 0,57 | 0,63 | 0,53 | 0,82 | 0,79 | 0,9 |
| 7.Норма РФ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 3 – Нормированная матрица по норме Республики Беларусь

| Страна | Численные значения нормированных показателей | | | | | | | |
|-------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1.Россия | 0,91 | 0,61 | 0,85 | 0,97 | 0,66 | 0,9 | 0,7 | 0,89 |
| 2.Австрия | 0,82 | 0,98 | 0,97 | 0,6 | 0,35 | 0,92 | 0,51 | 0,75 |
| 3.Германия | 0,91 | 0,89 | 1 | 0,88 | 0,46 | 0,75 | 0,9 | 0,98 |
| 4.Польша | 0,88 | 0,77 | 0,75 | 0,99 | 0,59 | 0,84 | 0,6 | 0,99 |
| 5.Чехия | 0,95 | 0,87 | 0,97 | 0,78 | 0,41 | 0,69 | 1 | 0,98 |
| 6.Беларусь | 0,9 | 0,65 | 0,79 | 0,7 | 1 | 0,86 | 0,99 | 0,82 |
| 7. Норма РБ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Рисунок 2** – Радарная диаграмма по норме Республики Беларусь**Список 2. Перечень площадей радарных диаграмм для первой и второй норм:**

- 1) расчёты для норм Российской Федерации площадей диаграмм по странам и образцу в порядке их перечисления в таблицах:
 $C_1=1,725$;

$$\begin{aligned} C_2 &= 1,491; \\ C_3 &= 1,831; \\ C_4 &= 1,786; \\ C_5 &= 1,873; \\ C_6 &= 1,523; \\ \gamma &= 2,828. \end{aligned}$$

- 2) расчёты для норм Республики Беларусь площадей диаграмм по странам и образцу в порядке их перечисления в таблицах:
 $C_1=1,963$;

$$\begin{aligned} C_2 &= 1,532; \\ C_3 &= 2,068; \\ C_4 &= 1,784; \\ C_5 &= 1,990; \\ C_6 &= 1,984, \\ \gamma &= 2,828. \end{aligned}$$

Анализ результатов

- При заданных показателях с равными углами между ними на диаграмме площади по любым образцам (стандартам) одинаковы, так как для всех образцов нормированные показатели равны 1 и угол между радиусами одинаков (в нашем случае $\gamma=2,828$ для всех нормативов).
- Вычисление любой площади радарной диаграммы даёт более высокий результат при приближении её показателей к нормативу.
- Выход на рациональное питание сводится к агитации населения страны к употреблению рекомендуемых продуктов и созданию возможностей для их приобретения.
- Простой иллюстрацией в нашем случае является повышение рейтинга любой из стран при выходе на норму потребления сахара по стандарту Российской Федерации. Тогда бы, например, при сохранении уровня потребления во всех остальных странах рейтинг Германии стал более высоким ($\gamma_3=1,941$) с выходом на 1 место, а Беларусь опередила бы Австрию с более высоким численным отрывом ($\gamma_1=1,757$).
- Если посчитать в каждом из стандартов процентное отношение площади страны к площади страны-победителя, то получим, что Австрия является явным аутсайдером (79% и 74%), остальные страны имеют процент от 87% до 96% и могут в перспективе претендовать на лидерство.

6. Хорошие результаты можно ожидать от Германии, России, Чехии в двух стандартах.

Заключение. Можно отметить, что страны – авторы стандартов не всегда занимают первое место в рейтинге по площадям (например, у России $s_1=1,725$, а у Германии $s_3=1,831$ и Чехии $s_5=1,873$). При использовании стандарта Республики Беларусь наблюдается похожая картина (у Беларуси $s_6=1,984$, а у Германии $s_3=2,043$, у Чехии $s_5=1,990$). Большинство стран значительно могут повысить свои оценки лишь благодаря агитации по сокращению потребления сахара населением, например, при соблюдении нормы потребления сахара по норме РФ Польша стала бы лидером с отрывом от остальных стран ($s_4=2,141$), Россия приблизилась бы вплотную к первому месту, а Беларусь обошла бы Австрию более значимо. Этот пример показывает, как можно управлять процессом рационализации питания, повышением качества изделий и т. п. Процентное соотношение между конкретной парой диаграмм может характеризовать и их отличие по качеству процессов или объектов. Главное достоинство метода в том, что он дает комплексную оценку для сравнения объектов с разнородными показателями. В частности, это свойство можно использовать при мониторинге выполнения различных программ по рациональному питанию населения различных стран. О широте диапазона применения радарных диаграмм в их классической форме можно судить по публикациям [6-8], что говорит также о широком диапазоне использования предлагаемой модификации метода. Хорошо использовать систему МАТКАД, которая удобна для многократных вычислений площадей радарных диаграмм, а также имеющиеся в сети Интернет бесплатные программные средства для их вычерчивания.

Детальное знакомство с материалами в источниках [1-5] показало сложность рассмотрения проблемы одновременно для всех регионов мира. Рекомендации о питании на основе пищевых продуктов должны быть приспособлены к потребностям жителей конкретной страны, обеспечивать их удовлетворение в пищевых продуктах и снижать угрозу различных заболеваний. Они должны соответствовать направлениям государственной политики, способствующим повышению безопасности пищевых продуктов, здоровой окружающей среде и укреплению продовольственного сектора местной экономики.

Разные страны принимают свои рекомендации в зависимости от наличия и приемлемости условий обеспечения продуктами. Для того, чтобы можно было полноценно реализовать рекомендации о питании, они должны принимать во внимание структуру фактического питания и распространенность угроз, вызванных географическим положением и сложившейся структурой питания. При разработке рекомендаций о питании медицинским работникам необходимо про-

анализировать данные о преждевременной смертности, заболеваемости, рационе питания и пищевом статусе. Это позволит добиться того, что рекомендации будут полностью соответствовать национальным условиям.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каменева, С. В. Статистическое исследование потребления продуктов питания населением разных стран // Экономические исследования и разработки. Научно-исследовательский журнал [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа : <http://edrf.ru/article/03-06-2018>. – Дата доступа : 21.07.2019.
2. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности РФ: Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. N 120 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : docs.cntd.ru/document/902195504 – Дата доступа : 21.07.2019.
3. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г. N 962 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21700962>.
4. Статистика потребления продуктов питания килограммов в год на душу в странах мира и России // Справочные таблицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://infotables.ru/statistika/74-demografiya-v-stranakh-mira/827-potreblenie-produktov-pitaniya> – Дата доступа : 20.07.2019.
5. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. № 614 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : docs.cntd.ru/document/420374878 – Дата доступа : 21.07.2019.
6. Матюшков, Л. П. Метод оценки сложных однородных объектов / Л. П. Матюшков, М. Н. Григорович // Вестник БрГУ. – 2009. – № 1(36). – С. 136–142.
7. Матюшков, Л. П. Использование рейтинговых оценок в снижении риска возврата кредита организациями / Л. П. Матюшков, И. В. Пилипчук // Вестник БрГУ. – 2014. – № 1, сер. 2 : История. Экономика. Право. – С. 104–110.
8. Матюшков, А. Л. Нейронная сеть для установления рейтинга объекта / А. Л. Матюшков, Г. Л. Матюшкова // Вестник БрГУ. – 2017. – № 5(107): Физика, математика, информатика. – С. 58.

31.01.2020

MATYUSHKOV L. P., PILIPCHUK I. V., MURAVYEV G. L., VAITCHEHOVICH O. Yu. Radar diagrams for processes and objects with specified parameters (standards)

The article deals with a special case when exemplary indicators of processes and objects are set in advance. For this case, the necessary changes are presented in the preparation of information and the formula for calculating the areas of the corresponding radar diagrams. The process of adapting the application of the radar diagram method is illustrated by examples from the field of assessing the nutrition of the population according to the existing state standards of the Russian Federation and the Republic of Belarus, as well as for a number of European countries with a similar structure for selecting food products.

519.725;007.001.362;528.85/.87(15)

Введение. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является незаменимым инструментом для изучения и мониторинга планеты, помогающим эффективно использовать и управлять ее ресурсами.

Областью применения являются сельское хозяйство, геологические и гидрологические исследования и другие. Для решения многих научных и прикладных задач ДЗЗ все более востребованными ста-

Перцев Дмитрий Юрьевич, ст. преподаватель кафедры электронных вычислительных машин Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Беларусь, БГУиР, 220013, г. Минск, ул. Бровки, 6.