

## ИТ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ И ПРОЦЕССОВ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Введение.** Проблема использования ИТ (информационных технологий) на малых предприятиях часто упирается в недостаток средств для их закупки и последующей эксплуатации. Частичное преодоление этой проблемы возможно путем ориентации на собственную технику (она обычно имеется для выполнения бухгалтерских операций и ведения баз данных потребителей, поставщиков и т. п.) и своих специалистов, владеющих ИТ. Руководители МБ (малого бизнеса) неохотно тратят средства на приобретение программных продуктов. Потому что эффект от их внедрения не всегда очевиден и иногда нужно иметь специалиста со знанием ИТ. Трудно сразу осознать, что их эффективность возрастёт при наличии взаимодействия с другими средствами автоматизации и программами, используемыми на данном предприятии и во внешнем мире. Специалистов, внедряющих программы, пугает недостаточная устойчивость таких фирм, малая повторяемость процессов, проблемы регулярной оплаты за поддержку эксплуатации систем, обучение персонала и т. д. Вместе с тем для многих стран малый бизнес – основа формирования большой доли национального дохода (иногда до 50% и более (США около 70%)) [1], источник формирования среднего класса зажиточности населения, формирования зачатков большого бизнеса, освоения новых технологий с большим риском для малого бизнеса. В решении этой задачи с позиций внедрения цифровых технологий и разумной экономии затрат на создание и обслуживание информационной инфраструктуры малых предприятий намечаются три подхода:

1) несмотря на ограниченные средства у малого бизнеса распространяя для него платные специальные программные продукты (США), так как бесплатность ведёт к низкому и нерегулярному их обслуживанию;

2) распространять программы общего характера на бесплатной основе, например:

- e-Commerce для автоматизации работы с поставщиками и покупателями;
- Analitica 2010 для ведения аналитического учёта финансово-хозяйственной деятельности в торговом предприятии;
- KassaLife для автоматизации создания приходных и расходных ордеров и др.;
- автоматизация бизнес-процессов, документирование и хранение информации;
- АРМ кассирочка;

3) использование облачных технологий [1], когда благодаря применению чужого оборудования, программ и баз данных можно регулярно обновлять информационную инфраструктуру малого предприятия, не покупая никаких средств и получая некоторые виды услуг вообще бесплатно или дешевле, чем при их собственной реализации.

Учитывая уровень обеспеченности нашего населения и исторические корни развития ИТ, второй путь для Беларуси и России предпочтительнее.

Нам кажется, что для этой же цели удобно использовать радарные диаграммы, описываемых далее типов, для выбора подходящего оборудования для малого бизнеса, оценки качества его изделий (услуг) и различных процессов [2].

**1. Общая структура одного из возможных алгоритмов.** 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 заказчиком группе показателей в отдельных случаях с указанием их веса ( $p$ ) и выделением из них прогрессивных и регрессивных.

Чтобы стандартизировать и облегчить эту работу, предлагается использовать идеальную модель несуществующего объекта, построенную на основе имеющихся образцовых (лучших) доступных данных.

Показатели для построения радарных диаграмм состоят из двух типов: прогрессивных (чем больше, тем лучше) и регрессивных (чем меньше, тем лучше), отражающих 2 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 весов радиусов и получается многоугольник, площадь которого характеризует данный объект.

Все объекты можно отобразить разными цветами на одном чертеже либо линиями одного цвета, но разных типов (толщина, пунктир и т. п., как на рис. 1). Наибольшей трудностью является определение весов признаков, так как они называются экспертами. Сами виды признаков, характеризующие объекты, как правило, определяются легко (паспорта объектов, соображения ЛПР). Нормированная матрица из признаков объектов является основой для построения диаграммы. Каждому объекту соответствует своя строка признаков, которые перечисляются в порядке убывания их весов. Угол между радиусами вычисляется по формуле:

$$a_i = 2\pi * p_i \quad (1)$$

где  $\pi=3,14$ ,  $p_i$  – вес признака.

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

Если через  $C_j$  обозначим нормированный признак  $j$  объекта  $i$  в нормированной матрице, то получим следующие формулы (2) и (3) для расчёта площадей  $C_i$  соответствующих диаграмм для объектов  $i$ :

$$C_i = 0.5 \sin(2\pi/n) * (c_{i,1} * c_{i,2} + c_{i,2} * c_{i,3} + \dots + c_{i,n-1} * c_{i,n} + c_{i,n} * c_{i,1}); \quad (2)$$

$$C_i = 0.5 (\sin(2\pi * p_1) * c_{i,1} * c_{i,2} + \sin(2\pi * p_2) * c_{i,2} * c_{i,3} + \dots + \sin(2\pi * p_n) * c_{i,n} * c_{i,1}). \quad (3)$$

Первый тип диаграммы (2) используется в основном для ранжирования объектов (место на рынке, классификация по значимости и т. п.), а второй (3) – для оценки их качества и управления его улучшением. Дело в том, что этот тип диаграммы из-за учёта весов ( $p$ ) признаков лучше отражает их влияние на изменение качества предмета (площади  $C_i$ ).

Этапы укрупнённого алгоритма следующие:

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

Проиллюстрируем возможную реализацию алгоритма на конкретном примере.

**2. Пример реализации алгоритма.** Главное назначение метода – дать сравнительный анализ процессов или объектов.

Ввиду трудностей поиска базового объекта для нормирования показателей нами рекомендуется строить идеальный объект, имеющий лучшие показатели по каждому из численных значений всех признаков. Они принимаются за базовые для сравнения изучаемых объектов.

Рекомендуется для сравнения выбирать некоторый образцовый объект с хорошими характеристиками, принимаемыми за базовый норматив. Ввиду трудностей поиска такого объекта предлагается строить идеальный объект, имеющий лучшие показатели по каждому из численных значений всех признаков исследуемых объектов. 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 (максимальный при его прогрессивном значении, например, качество или минимальный при его регрессивном значении, например, затраты электроэнергии). 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 всех объектов получится, если по радиусам отложить нормированные признаки каждого объекта и последовательно соединить эти точки отрезками, то получится многоугольник, площадь которого будет характеризовать объект. Чтобы отличить объекты, их многоугольники можно начертить линиями разного цвета или линиями в различном исполнении (штрихами, пунктиром, линиями разной толщины и т. п.). Тогда площадь  $S_i$  будет базовой величиной для сравнения его с другими объектами. Она может рассчитываться и по общей формуле для обоих типов диаграмм:

$$C_i = 0.5(C_{i1} + C_{i2} \cdot \sin \alpha_1 + C_{i2} \cdot C_{i3} \cdot \sin \alpha_2 + \dots + C_{in} \cdot C_{i1} \cdot \sin \alpha_n). \quad (4)$$

Её значение может использоваться при рейтинговой оценке руководителей, качества изделий, прогресса в совершенствовании объектов и т. п. Результат от деления на неё площади любого многоугольника  $S_i$  покажет его процент приближения к идеальному образцу.

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  $1=0.4+0.3+0.2+0.1$ ), находят нормированные показатели и вычисляются площади  $S_i$ .

С этого момента можно перейти к решению поставленной задачи.

Пусть требуется из 6 объектов (зерновой экструдер для фермы) выбрать для покупки один.

ЛПР считает, что нужно учесть следующие показатели в порядке их важности: производительность, цена, мощность, вес ( $r_{i1}$  – кг/час;  $r_{i2}$  – цена в рублях;  $r_{i3}$  – кВт;  $r_{i4}$  – кг).

Эту часть работы можно выполнить, опираясь, например, на технические данные в руководстве по описанию экструдеров. Значение их весов определяет ЛПР с экспертами, так как веса могут сильно зависеть от требований к эксплуатации объекта. Например: заполнение продуктами при эксплуатации экструдера, возможность его использования для других организаций. В порядке следования признаков их веса получились следующие:  $p_1=0,4$ ;  $p_2=0,3$ ;  $p_3=0,2$ ;  $p_4=0,1$ . Кроме того, эксперты или ЛПР определяют, что первый показатель является прогрессивным, а остальные – регрессивными.

Тогда  $a_1=2\pi \cdot 0,4$ ;  $a_2=2\pi \cdot 0,3$ ;  $a_3=2\pi \cdot 0,2$ ;  $a_4=2\pi \cdot 0,1$ . 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  $C_{ij}=r_{ij}/\max r_{ij}$  (по  $j$  для всех  $i$ ) при прогрессивных показателях или  $\min r_{ij}$  (по показателю  $j$  для всех  $i$ ) /  $r_{ij}$  представим в

виде матрицы  $(C_{ij})$ , элементы которой получаются для каждого экструдера:

производительность кг/час (150;180;100;150;190;**260**);  
цена в рублях (**83000**;95000;125000;135000;150000;200000);  
мощность кВт(15;18.5;**11**;15;18.5;22);  
вес кг (220;240;**190**;220;250;360).

Жирным шрифтом выделены показатели идеального зернового экструдера. Тогда получим нормированные показатели в виде матрицы  $C$ :

Таблица 1 – Нормированные показатели

0.577	1	0.733	0.864
0.692	0.877	0.595	0.792
0.385	0.664	1	1

$$((C)) = \begin{matrix} & 0.577 & 0.615 & 0.733 & 0.864 \\ 0.731 & & 0.553 & 0.592 & 0.760 \\ 1 & & 0,415 & 0,5 & 0,528 \end{matrix}$$

Единицы соответствуют лучшим нормированным признакам, нормированные значения признаков вычислены с точностью до 3 десятичных знаков.

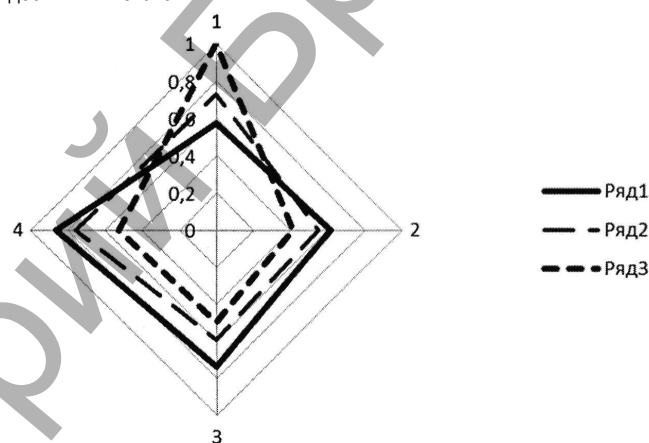


Рисунок 1 – Равноугольная диаграмма

На рисунке 1 изображена диаграмма, все заданные углы которой равны, и площади определяют рейтинг для каждого экструдера (ряды 1, 2, 3 соответствуют 3 первым строкам матрицы).

Вторая диаграмма рассчитывается по формуле (3) и используется для оценки качества и действий по его улучшению.

Расчёты по формулам (2) и (3) в порядке следования строк нормированной матрицы (описаний каждого экструдера) и для формулы (2) получим: 0.963; 0.759; 0.815; 0.685; 0.640; 0.500, а для (3) также: 0.878; 0.692; 0.798; 0.623; 0.560; 0.499.

Можно заметить, что рейтинги экструдеров по обеим формулам одинаковы (порядок следования площадей одинаков).

Учитывая эти данные, по формулам (2) или (3) получим: объект 1 имеет самый высокий рейтинг, и этот экструдер рекомендуется к покупке.

Эту задачу можно было решить на графике (рис. 1), но тогда нужно сравнивать площади фигур (многоугольников), что часто неудобно. График хорош для решения задачи совершенствования изделий и принятия мер по улучшению управления, так как можно вскрыть ресурсы для увеличения площади избранного многоугольника, исходя из текущих и перспективных возможностей предприятия или колебаний цен на сырьё и комплектующие детали, т. е. начинается решение задачи улучшения качества изделия или управления организацией. Например, проследить изменение площади при уменьшении цен на сырьё и комплектующие детали или в структуре управления и взаимосвязей с партнёрами.

Вопрос о программировании важных этапов алгоритма решается легко: формула расчёта площадей может быть реализована в системе Mathcad с предварительным заданием исходных данных. Так как пло-

щадь по сути дела вычисляется по приведённым формулам, а рисунок по этим же данным можно сделать по стандартной программе для отображения радарных диаграмм [3], один из вариантов которой можно бесплатно получить через Интернет, например, в системе EXSEL.

**Заключение.** Использование метода радарных диаграмм относительно сложно, так как при привлечении экспертов возникает проблема их выбора. Однако при решении задач соблюдается единый подход, независимый от личных симпатий ЛПП при оценке качества изделий и вмешательстве в вопросы подбора кадров. Предлагаемый вариант метода имеет преимущество перед другими, так как позволяет избежать поиска образцового изделия или процесса. Вместо этого в скрытой форме фактически используется идеальный объект (в природе его может не существовать), так как его представляют лучшие значения признаков из множества объектов, исследуемой совокупности процессов, изделий и т. п. Ключевым моментом является однородность объектов (их оценка всегда ведётся по полному набору всех признаков). Исследование радарных диаграмм показало, что во многих случаях они дают результаты, близкие к другим моделям (геометрических средних и др.) [2].

Часто при решении только задачи определения рейтинга объекта можно ограничиться более простой моделью радарной диаграммы, когда все углы между радиусами принимаются равными

( $a=360^\circ/n$  или  $2\pi/n$ ). Рейтинг объекта при построении комплексной системы можно получить и с помощью нейронной сети [4].

Качественные показатели рекомендуется оценивать в баллах, что позволяет сохранить единую методику расчётов

Применение облачных технологий, рекомендованных в [1], может привести к экономии средств на малых предприятиях при совершенствовании их информационной инфраструктуры. Однако на этом пути пока много трудностей по взаимодействию с фирмами владельцами средств, требуемых для реализации этой технологии.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Провалов, В. С. Информационные технологии в малом бизнесе: особенности использования / В. С. Провалов // Естественные и математические науки в современном мире : сб. ст. по материалам XIX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск : СибАК. – 2014. – № 6 (18). – С. 43–48.
2. Матюшков, Л. П. Диаграммный метод оценки сложных однородных объектов / Л. П. Матюшков, М. Н. Григорович // Вестник БрГУ. – 2009. – № 1 (36). – С. 136–142.
3. Программа вычерчивания радарных и лепестковых диаграмм (бесплатно разрешается использовать в EXEL).
4. Головкин, В. А. Сетевые системы и их адаптация / В. А. Головкин, А. Л. Матюшков, Г. Л. Матюшкова, В. С. Рубанов // Вестник БрГУ. – № 5. – 2018.

Материал поступил в редакцию 26.03.2019

#### MATYUSHKOV A. L., MATYUSHKOVA G. L., VAITSEKHOVICH O. U., RUBANOV V. S. IT of equipment selection and quality assessment of products and processes for small enterprises

An algorithm is developed to assess the quality products (services) and management processes of a small enterprise, as well as the purchased equipment, software and information support.

УДК 004.2

Латий О. О.

### РЕАЛИЗАЦИЯ УЛУЧШЕННОЙ ОТРИСОВКИ ГРАФИКОВ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ QT-ПРИЛОЖЕНИЙ

**1. Введение.** В ряде задач, связанных, в частности, с передачей в компьютер потока данных от измерительных средств, возникает необходимость оперативной визуализации получаемых численных значений в виде обновляемых в реальном времени кривых. Очевидно, что жесткие временные ограничения накладывают дополнительные условия на программные компоненты, выполняющие отрисовку графика по поступающим данным [1–4].

С момента появления виджет-тулкитов (библиотек с наборами виджетов – элементов управления для построения графического интерфейса пользователя) в их составе появлялись специализированные элементы для вывода графиков. Так, один из первых виджет-тулкитов, собственно введший в обиход слово «виджет» – «Проект Афина», разработанный в 1983 году МТИ при участии DEC и IBM для создания распределенной вычислительной среды университетского кампуса – содержал в своем составе компонент StripChart, предназначенный для вывода графической диаграммы, динамически отображающей изменяющееся значение «приблизительно в реальном времени» [5].

Зачастую программные инструменты и компоненты для отрисовки графиков изначально создавались для ОС Unix (в силу популярности в научной и инженерной среде) и ориентировались либо на простое и нетребовательное к ресурсам представление динамических графиков (рис. 1 а), либо на их качественную статическую отрисовку в стиле, востребованном печатными изданиями (рис. 1 б).

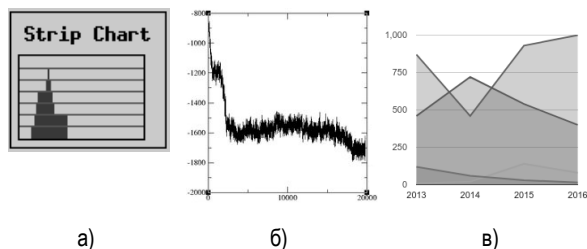


Рисунок 1 – Компонент StripChart из состава Athena Widgets (а), отображение графика в Grace plotting tool (б), и Google Charts (в)

Изначально сформировавшийся набор характерных особенностей подобных компонент (кроссплатформенность, нетребовательность к ресурсам, аскетизм и индустриальный стиль визуального оформления) сохранялся в течение длительного времени. При этом использование более выразительных визуальных средств (например, для диаграмм презентационного характера) оставалось характерным для программных продуктов соответствующего профиля и вовсе не распространялось на виджеты, выполняющие динамическую отрисовку графиков в реальном времени, за исключением отдельных сторонних компонентов [6].

Толчком к переосмыслению этой концепции послужили средства отрисовки графиков для веб. Изначально ориентированные на дизайнерское оформление и верстку веб-сайта, последние получили дополнительный импульс в своем развитии с ростом популярности